

土 木 研 究 所 資 料

第 313 号

東京湾環状道路地質調査報告書

—— 東京湾横断部 その2 ——

昭和 42 年 8 月

建設省土木研究所

東京湾環状道路地質調査報告書

——東京湾横断部その2*——

目 次

地質調査編	1
まえがき	1
I 東京湾口地質調査(昭和41年度の調査)	2
I-1 No 7 ボーリング地質調査(千葉県富津町下口)	3
I-2 No 8 ボーリング地質調査(第三海堡附近海上)	8
I-3 周辺陸上部地表調査	9
I-4 その他の関連資料(昭和41年度調査分)	19
II 現在までに実施された調査結果のまとめ	20
II-1 採取のむずかしい砂質軟岩の調査方法の改善	20
II-2 富津州周辺の地質と強度分布	21
II-3 湾口部および木更津-川崎測線の音波探査の解析	27
音波探査編	1
まえがき	1
I 調査方法の検討	2
I-1 二種の異なる音波探査方法による同時測定	2
I-2 地質構造の方向の違いによる反射記録の良否	3
II 反射パターンと地質との関係	5
II-1 周辺陸上部地質踏査	5
II-2 ボーリング地質調査資料	6
II-3 海底部露岩地域ドレッジ	7
II-4 各地層区分毎の反射パターン	8

* 土木研究所資料No 173 東京湾口横断道路地質調査報告書(1966)を——東京湾横断部その1——とする。

地質調査編表および図版目次

	頁
表-1 昭和41年度東京湾横断道路調査内容	2
表-2 No.7 ボーリング孔物理検層実施状況	3
表-3 ボーリングコア室内試験 (No.7 ボーリング)	32
表-4 " (No.8 ボーリング)	36
表-5 地表露頭試料による室内試験	18
表-6 D層の地盤常数	26
表-7 湾口部および湾央部の地層の関係	28
図-1 千葉県富津町下口ボーリング (No.7)	別図
図-2 第二海堡附近海上ボーリング (No.8)	別図
図-3 No.7 ボーリング孔電気検層比較図	別図
図-4a 地表露頭試料による一面剪断試験	11
図-4b " 三軸圧縮試験	17
図-5a 富津州周辺地質柱状図	別図
図-5b " 	別図
図-6 層序区分と一軸圧縮強度(q_u)頻度分布	24
図-7 東京湾口部地質断面図	別図
図-8 川崎～木更津間地質断面図	別図

音 波 探 査 編 図 版 目 次

図-1	音波探査測線図(101-107, 201-207測線; 41年度実施)	12
2	海底露岩地域の記録	13
3	埋積谷地形と下位層の記録	14
4	埋積谷堆積物の記録	15
5	沖, 洪積軟質層の反射パターンのボーリングによる確認	16
6	A, C; D ₂ , D ₃ 層反射パターンとボーリング資料との比較	17
7	D ₂ , D ₃ 層反射パターン	18
8	F・G層の反射パターンのドレッジによる確認	19
9	E・F・G層反射パターン	20
10	G・H層反射パターン(地表踏査及ボーリングによる確認)	21
11	水深が浅い地域の微傾斜層	22
12	埋積谷堆積物など沖, 洪積層の堆積状態	23
13	傾斜した累層の地層の構成	24
14	三船山-竹岡露頭位置図A	別図
15	三船山-竹岡露頭位置図B	〃
16	房総半島上総層群地質柱状図(1/500)	〃
17	三船山-竹岡地質図(1/25,000)	〃
18	三船山-竹岡地質断面図	〃
19	三浦半島: 富岡——走水露頭位置図その1	〃
20	三浦半島: 富岡——走水露頭位置図その2	〃
21	三浦半島: 富岡——走水露頭位置図その3	〃
22	三浦半島上総層群地質柱状図(1/500)	〃
23	富岡——走水地質図(1/25,000)	〃
24	富岡——走水地質断面図	〃

地 質 調 査 編

ま え が き

本調査報告は、東京湾環状道路計画に関して、東京湾の海底地質およびその概略の強度分布を知ることが目的とするものである。本調査は昭和38年度から東京湾環状道路計画の一環として、関東地方建設局より依頼された一連の調査の一端をなすものである。

昨年度までに実施した、音波探査、ボーリング地質調査などによる地質調査の結果は、東京湾口横断道路地質調査報告書（土木研究所資料№173，1966）としてまとめられ、湾口部の地質および強度分布に関する一通りの概念をつかむことができた。しかしながら上記報告書の問題点にも記したように、精度向上のための調査資料の積上げ、調査試験方法の改善など、残された問題は多い。従って湾口部に関する今年度の調査は物理検層を含む従来のボーリング地質調査に加えて、今までの調査経験を生かした、軟岩（特に砂質軟岩）コアのサンプリング方法の改善、孔内現位置試験の実用化に関する試験を試みるとともに、採取されたボーリングコアや周辺陸上部露頭から得られた試料による諸室内試験およびその方法の改善を行う。そしてこれらの試験、調査を通じて、今までの調査で特にその分布および工学性に不明の点が多かった富津州周辺のC、D層^{*}の性質に関する精度の向上をはかることを主な目標とした。

また今年度には、これとは別に、川崎一木更津間の横断道路に関する地質調査が加えられた。そして既存資料の蒐集と音波探査を実施して海底地質の概略を求めるとともに、これと湾口部の地質（特にA～C層^{*}）との関連性を求めるための一資料とした。

* 土木研究所資料№173（1966）参照

I 横断道路地質調査（昭和41年度の調査）

今年度に実施した調査の内容は表-1に示す。

また、これらの調査結果および昨年度までに実施された調査資料に基づいて、地質の総合判断を行った。

表-1 昭和41年度東京湾横断道路調査内容

調査地点	標高 m	掘削深度 m	孔 径 mm φ	掘削方法	調 査 内 容	担当機関	実施期間
No.7 ボーリング 千葉県富津町下口	5 ±	100	100	槽式ロータリー ボーリング	デニソン式サンドサンプラーによる不攪乱試料採取 標準貫入試験（1m毎測定） 孔内変形性試験（高圧，1m毎測定） 地質観察，記載 物理検層（電気，密度，速度） コア室内試験（コア凍結三軸試験他）	関東地建 ◇ ◇ ◇ 土木研究所 ◇	昭41.9 ～42.1 ◇ ◇ ◇ ◇
No.8 ボーリング 第二海堡附近海上	-11.95	150	孔底75	槽式ロータリー ボーリング	標準貫入試験（5m毎測定） 地質観察，記載 物理検層（電気，密度） コア室内試験（一軸圧縮試験他）	関東地建 ◇ 土木研究所 ◇	昭41.10 ～42.8 ◇ ◇ ◇
千葉県富津町～大佐和町 （東京湾口周辺陸上部）	地 表				砂質軟岩の露頭試料採取 同室内試験（一面剪断試験他） 地 表 岩 相 踏 査	土木研究所 ◇ ◇	昭41.7 ～10 ◇ 昭41.4 ～8
川崎～木更津間海底 及中ノ瀬附近海底	地 表				音 波 探 査	関東地建	昭41.10
湾 口 部						土木研究所	昭41.6

I-1 №7ボーリング地質調査(千葉県富津町下口)

調査経過： 同一地点で数mはなれた個所に深度50m1本(A孔), 100m2本(B, C孔)の削孔を行った。A孔では標準貫入試験を1m毎に実施し, 同時に岩相の観察を行った。B孔はデenson式改良型サンドサンプラーを使用し, 不覚乱試料の連続サンプリングを目的とし, コア採取率80%の成果が得られた。そしてこの試料を用いて三軸圧縮試験, 各種物理試験(密度, 含水比など), 岩相観察を実施した。C孔は孔内変形性試験専用とし, ルイメナル式プレッショメーターを用いて1m毎に変形係数, 破壊強度などの測定を行った。特に降伏点又は破壊点を求めるために50kg/cm²以上の高圧がかけられるものを用いた。更にそれぞれの孔で物理検層を実施した。以上の結果を比較検討して試験値相互の関係を求め, 工学性の追求を行った。この結果を図-1に示す。

(1) 岩相の肉眼観察

図-1の柱状図, 岩相および地質記事にその概略を記した。詳しいことは『富津地区地質調査(1967)関東地建』参照

(2) 物理検層

表-2 №7ボーリング孔物理検層実施状況

	A 孔	B 孔	C 孔
電気検層	四素子連続型 二素子	二素子連続型	L-10型
密度	○	○	
速度			○

電気検層については2極法による見掛け抵抗(ρ_a)および自然電位(SP)の測定を行った。電極間隔は12.5, 25, 50, 100cmのものを適時組合せて使用した。又作業工程の都合や測定機器の故障などで, それぞれの孔で表-2に示したような機種による測定を行った。

電気検層は岩相の相違をよく表わし, 孔内の性質を電気的な量として客観的に表現出来るため, ここでは3孔の地質条件の比較, 曲線形態に基づく他地点との地層の対比を行った他, 軟岩では岩相と工学性との対応性が認められるため, 工学性を考慮した岩相区分, 室内試験値か

ら地盤の工学的性を判定する場合の成層状態など不均一性に関する考察などに使用した。'

3孔で別々の調査を実施して相互の比較を行うためには、岩相などの地質条件が同じでなければならない。このため、各項で行った電気検層曲線の比較を行ったものが図-3である。検層曲線の絶対値は孔径、泥水濃度、使用電流、電極および機種（連続型と不連続型）などが多少異なるため一致しないが曲線形態は細部にわたってほぼ一致しており、岩相、成層状態などの地質条件は3孔とも同じであると考えられる。

電気検層曲線の特徴および岩相の肉眼観察結果から、岩相を区分すると37.5mまでが全般に相対的に比抵抗値の高い砂質層で、その中でも泥質な部分と砂質の部分が巾5m程度の互層をなす。そして標準貫入試験と変形性試験結果と比較して14m以浅は軟かい沖積砂層であると考えられる。それから52.5mまでは ρ_a が一様に低く、自然電位SPの変化がはげしい（特に48m以浅ではげしい）、微細砂質泥層で所々に薄い固結層を挟み、これがSPの変化を大きくしていると考えられる。それ以深では、69~78m、88~91mで、 ρ_a が比較的高い砂質層の多い部分が存在するが、全体としては ρ_a 値が比較的低い砂混り泥層が卓越する地層で砂の混り具合により ρ_a 曲線が小さく変化する。そして69m以浅では比較的一様な成層状態を示していることが ρ_a 曲線から認められる。

密度検層は、孔壁崩壊、泥水濃度および泥壁形成の不規則性、放射線源の崩壊および計数の確率ともなる誤差などが生じやすいため、細部にわたる密度値の測定は出来ないが地盤の密度の相対的变化を連続的に表わしているため地盤のある区間の密度変化の様子や変化の範囲などに基づいて密度区分を行うことが出来る。

図-1の検層値はB孔を使った測定値で20mまでのケーシング部分の測定は孔壁の擾乱がはげしいため実施していない。測定は線源に ^{60}Co 4mCiを使用し1m毎にプローブを下降させ、次に孔底からその測点の間を測定値のばらつきをチェックしながら、1m毎に上昇させ、結局50cm間隔の測定を1分計測(cpm)で実施した。測定結果は21mおよび26~28mのcpm値が極端に大きい部分を除いては全般的に深度を増すにつれてcpm値が9000cpmから8000cpmに漸減し、下部ほど密度が増加していることを示している。これは又コアの室内試験値からも確かめられる。これを細かくみると、20mから32m附近までは9000~8700cpm、コア試験値1.7~1.9g/cm³で、前述した21m、26~28mに極端に計数値の大きい部分が存在する。これは電気検層の著しい高比抵抗部分に相当し、砂層部分の孔壁崩壊によるものと考えられる。又20m以浅のものについてはコアの室内試験値しかないが密度値は1.8g/cm³以下のものが卓越し1.6~1.7g/cm³の低密度層の割合が多くなり、貫入試験値、変形性試験値の傾向とは一致する。検層値はこの辺から60m附近まで漸減し、以後100mまで計数値は8500~8000cpmの間の値をとる。そしてコア室内試験結果では1.85~2.0g/cm³の間を変動する。

速度検層は、C孔を使用し、発振器と受振器との間隔を3mとして、孔内を1m毎に移動さ

せて測定した。測定にはシンクロスコープを使用し、その波形観測から3 m間の伝播速度を求めた。今回の測定では受振器の片方が故障したため、1 mはなれた2受振器間の伝播速度が測定出来なかったため、速度値の変化の検出精度はやゝ落ちる。このため性質の異なる地層の境界ははっきりしない傾向があるが、速度値は検層曲線の形態から大きくわけると50 m以浅、50 m～68 m、68 m以深の各々でその特徴を異にすることが認められ、全体として1800～2000 m/secの間に分布し、岩相および一軸圧縮強度などとの対応性が存在する。50 m以浅では測定値の存在するところから32 mまでは1880～1950 m/secの泥質砂層、それ以深では1820～1880 m/secの砂、泥互層で、45 m附近には固結した砂質泥層に対応して1950 m/secの速度値を示す部分がある。そしてこのような速度分布は、N値、圧縮強度などの傾向と一致している。

50 m～68 mでは1950～2000 m/secと速度値が比較的大きく、この間では圧縮試験、変形性試験結果などに対応した強度の増加が認められる。68 m以深は p_a 値および圧縮強度の変化と同様比較的速度値の変化がはげしく、一般的に1820～2000 m/secの間を変動する。

(3) コアの室内試験(表-3)

B孔で実施したサンドサンプラーによるサンプリングでかなり良好なコア採取率が得られた。試料は内径67 mm長さ70～100 cmの塩ビ管の中に採取されるため、現地で密封したまま運搬し、室内試験(三軸圧縮試験、密度、含水比の測定および岩相の肉眼観察など)に供した。特に砂質で整形困難なものについては、コアを凍結させ、整形、測長、試験機への装填などを行った後、装填した試料が完全に融けた時点で、測定を行う方法をとった。そしてコアの凍結、融解による結合組織の破壊による密度変化、強度の減少の影響は当然考えられるが当面凍結を要する砂質試料に関しては過去の土質試験の経験から凍結させないものとしたい変化はないものと仮定してとりあつかった。凍結させた部分は8～28 mおよび74～77 mの砂質層の卓越する部分である。

そしてこの試験は上述したような不攪乱試料のサンプリングおよび凍結法による三軸試験という一連の方法が砂質軟岩の工芸性をうるためにどれくらい実用出来るかを試みることに重点がおかれ、凍結コアの試験値の妥当性について確かめるまでにいたらなかったが、砂質軟岩についても不攪乱試料の採取およびその試験の可能性に明るい見通しが得られたわけである。

a 三軸圧縮試験:

上記の方法を用いて、ほぼ3 m毎に1シリーズ、5～6個の供試体を用いて三軸圧縮試験を行った。供試体はほぼ直径67 mm、高さ120～130 mm、このうち1試料は側圧をかけない状態で、他のものについては各深度毎に比重を2とした場合の静水圧的な土圧を仮定し、その圧力を中心にして σ_3 を限定した。そして前者の値を一軸圧縮強度(q_u)として、また

その圧力-歪曲線から変形係数を算出して、図-1に示した。図中の記号「 $\square$ 」は測定深度が不確実なため縦棒の示す範囲内のどこかにその測定値があることを示している。その正確な位置は岩相記載、各種検層値などから推定することが出来る。 q_u 値は電気検層、地質柱状図などと比較してみるとわかるように一般に砂質層で小さく、泥質層で大きいことが認められ、 q_u 値で代表される地盤強度は岩相および深度に従って図のように分布する。20 m 附近までは q_u が 1 Kg/cm^2 程度の軟質砂層が主体となり、それ以深では 45 m 附近の固結層の挟みを除くと、50 m 附近までは q_u が $1 \sim 5 \text{ Kg/cm}^2$ の値を変動する。50 m 以深では一般に泥質層が多く q_u 値は急増し、68 m までは $7 \sim 10 \text{ Kg/cm}^2$ 、それ以深では、砂層の存在する 68 ~ 78 m 附近に 1 Kg/cm^2 以下の地層が存在する他は $2 \sim 10 \text{ Kg/cm}^2$ の間の値をとる、変化のはげしい地層が分布する。変形係数については図からも明かなように q_u 値の変化とよく対応し、上半部では $10 \sim 500 \text{ Kg/cm}^2$ 、下半部では $100 \sim 1000 \text{ Kg/cm}^2$ の間を変動する。

又孔内変形性試験（後述）結果とコアの室内試験値とを比較するために、上記の仮定に基づいて、供試体の採取深度に対応する封圧下の圧縮強度および変形係数を求め、図-1の点線で示した。

封圧下の圧縮強度に関しては、一軸圧縮強度にみとめられるような岩相による強度差は、対数目盛で考えた場合、著しく減少し、各地層の U 、 ϕ に従って深度とともに増加する値をとることが認められる。そして砂質層、泥質層、各々についての平均 (U 、 ϕ) を求めて、深度に関する圧縮強度の計算値を求めると、(U 、 ϕ) の異なる 14 m 以浅の軟質層を除いては、実測値と対応する。そして図にも示したように、曲線形態はプレッショメーターの P_f 値（降伏点に達した時の荷重）のそれと、絶対値は異なるが同じ傾向を示す。

封圧下の変形係数に関しても、ばらつきが少なくなる傾向が認められるが、封圧の測定精度が 2 Kg/cm^2 程度であったため、各深度毎の封圧を細かくとれなかったことおよび供試体の岩相が同一のものが得にくい箇所があったことなどが原因で封圧をかけなかった値とは多少異なった傾向を示している。孔内現位置試験とは以上の原因も含めて、圧縮強度にみられるよりは両者のばらつきが大きい。そして全般的には泥質層では両者の絶対値がほぼ一致し、砂質層では曲線の傾向が同じである場合が多いがへだたりは大きい。（特に 35 m 以浅および 67 ~ 78 m の砂質層）そしてこの原因に関しては、孔壁の崩壊、コア試験値では表わせない細互層など地質条件の違い、などの他砂質部では凍結試料を用いたため試料が劣化したことなども考えられ今後の試験により解決せねばならぬ問題が多い。

粘着力 U および前断抵抗角 ϕ に関しても圧縮強度と同様 50 m 附近を境にしてその上下で性質を異にし、砂質層の多い上部では ϕ : 3° 前後、 U : 0.5 Kg/cm^2 程度の値を示し、下部では泥質層が多く ϕ : $15 \sim 20^\circ$ 、 U : $2 \sim 4 \text{ Kg/cm}^2$ 程度の値を示し、一般に U の大きい泥質層では ϕ が小さく砂質層ではその逆となり、 U と q_u の対応性が認められる。

b 諸物理試験

本孔のコア試料は、前述したように塩化ビニール製のチューブに入れて採取した後上下をロウで密封して室内試験に供したため、試験時の水飽和度はほぼ100%と考えられる。

物理試験としては湿潤および乾燥密度、含水比の測定を行った。供試体の形状寸法に関しては、試料が多数のため表示は省略したが、ほぼ直径67mm、高さ120~130mmの円筒形試料を用いた他、三軸圧縮試験に用いた供試体に隣接する部分から高さ数cm、直径67mmのものを取り出して測定した。密度に関しては、密度検層のカリブレーションも含めた地盤の密度の絶対値の測定に用いた他、圧縮試験における供試体の粒度などの不均一性のチェック、岩相区分などの参考とした。密度値の分布に関しては物理検層の項で述べたので省略する。含水比に関しては、もっぱら電気検層の ρ_a 値、圧縮試験値のばらつきなどの考察の補助手段とした。

(4) 孔内現位置試験

a 標準貫入試験

標準貫入試験はA孔(50m)について1m毎に実施した。N値50回以上のものについては外挿法により換算した。14m以浅は礫質部を除いてN値20~40の砂質層であり、14mでN値は急増(40~50以上となる)。50以上の地層についてはN値の定量的な評価はむずかしいが、定性的には地層の硬軟をよく表わしていると考えられ、岩相、電気検層などとの対応性が認められる。14m~32m附近までは40回から90回へとN値が漸増する砂質層で、32m~50mまではN値100以上の非常に締った地層と80回前後のやや軟かい地層との互層と考えられ、岩相観察結果と一致する。そして ρ_a 値の高い地層は一般にN値が高い部分に相当しているようである。

b 孔内変形性試験

昨年度までに試験的に実施した測定結果から軟岩地盤へのプレッショメーターの適用はかなり有効であると考えられたため、孔を用いて1m毎に高圧型ルイメナール式プレッショメーターを用いて孔壁の変形係数、破壊強度(もしくは降伏点に達した時の荷重)の測定を行った。

(測定結果の詳細は“富津地区地質調査工事報告書”1967, 関東地建参照)

変形係数に関しては14mまでが100~200 Kg/cm^2 , 14mより急増し60m附近までは500~2000 Kg/cm^2 で、700~1000 Kg/cm^2 のものが卓越し、比較的ばらつきが大きい。これ以深では800~1000 Kg/cm^2 が卓越しばらつきは少ない。

破壊強度(P ℓ)の測定については14m以浅の軟質層では、破壊強度が求められ8~16 Kg/cm^2 程度である。それ以深のものについては降伏値に相当するPf値しか求められなかったため、ここではPf値の深度分布を示した。P ℓ とPfの関係は土に関しては経験的にP ℓ

$\div (1.5 \sim 2) Pf$: 粘性土, $P\ell \div (1.8 \sim 2.4) Pf$: 砂質土の関係があり, 東京湾口の軟岩については既存のコア試験結果からは $P\ell \div 1.2 Pf$: 泥質層, $P\ell \div 1.25 Pf$: 砂質層が得られている。 Pf の深度分布は $14 m$ 以浅で $5 \sim 10 kg/cm^2$, それ以深では $48 m$ 附近までが $35 \sim 50 kg/cm^2$ の卓越する区間, $48 m$ 以後では $50 \sim 70 kg/cm^2$ 間の値をとる地層が卓越する。

I-2 No. 8 ボーリング地質調査 (第二海堡附近海上)

(1) 岩相の肉眼観察

図-2 の柱状図, 岩相および地質記事にその概略を記した。詳しくは“第二海堡附近地質調査報告書”(1967) 関東地建参照

(2) 物理検層

電気検層は $60 m$ 附近までのケーシング挿入前と掘削完了後に実施した。1 回目は連続検層装置の調子がわるかったため $L-10$ 型検層機を使用して測定した。2 回目は 4 素子型連続電気検層機を使用した。両者の測定値 (ρ_a) には多少のずれがあるが, これは測定に使用した電流が異なること, 泥水濃度, 孔径などが多少異なることなどによるものである。又 $58 m \sim 75 m$ 間の両者の重複区間で曲線形態が多少異なるのは $L-10$ 型は $25 \sim 50 cm$ ずつ電極をずらせて孔壁の ρ_a を測定する不連続測定であるのに対し, 4 素子型は連続検層であることによる。測定区間は最上部の $20 m$ を除いた $20 m \sim 150 m$ まで実施した。 $20 m \sim 57 m$ までは全般的に ρ_a 値が低く $38 m$ を境に下半部は数 m の泥層を除いてや ρ_a 比抵抗値が高く, 比較的安定した曲線を示し岩相は比較的均質である。 $57 m \sim 82 m$ までは比抵抗値が高く qu 値が $1 kg/cm^2$ 程度で相対的に大きい。そして岩相は肉眼観察では上半部が泥質, 礫層から下部は固結砂を所々にはさむ砂質層であるがコア採取率が比較的悪いことおよび ρ_a 値が比較的高いところから全体としてはかなり砂質であると考えられる。それ以深は $120 m$ まで, ρ_a 曲線のばらつきが多く ρ_a 値がやや低くなる。そして下部 $10 m$ は礫をはさみ ρ_a が大きい。岩相は浮石が散在する細砂が主体である。 $120 m$ 以深では ρ_a 値が更に低くなり, 曲線の凹凸が少ない安定した微細砂層となる。そして $82 m$ 以下は qu 値が低くなり $120 m$ までは $0.1 \sim 0.2 kg/cm^2$ それ以深ではやや大きく $0.1 \sim 0.5 kg/cm^2$ である。

密度検層は測定機器の故障により良好な結果が得られなかったため密度値はコアの室内試験から推定した。(コアの室内試験参照)

速度検層は, 海上ボーリングであったため作業工程と歩調を合せることがむずかしく実施しなかった。

(3) コアの室内試験

採取された不攪乱試料の一部を現位置で、アクリル製の円筒形容器（径8 cm，長さ15 cm程度）に密封し，水分が挽散しないようにして運搬し室内試験に供した。採取された不攪乱試料は三軸圧縮試験を実施するほど多くなかったため，整形可能なものについて一軸圧縮試験を行ない，合せて密度，含水比の測定を行った。

a. 一軸圧縮試験

40 m以浅は軟質砂質層が多く整形可能な不攪乱試料が得られなかった。40 m以深では，電気検層の項でも述べたように82 mを境として q_u 値が急変し，上部では0.5～2 kg/cm²で比較的泥質層が多い地層である。そして73 m～82 m間は固結砂層が所々にはさまれ，この間の q_u 値を代表している。下部では0.1～0.4程度で107～120 mの礫質層を除いて比較的一様な細砂～微細砂層となっている。

b. 諸物理試験

密度値は上述の整形された円筒形供試体の直径と高さの測定から体積を求め，重量を秤量して測定した。但し40 m以浅のものについては，整形困難であったため，現地で密封されたアクリル容器内の重量（水分も含めて）を秤量し，別に土粒子体積を空気比較式比重計で測定して，両者から $WW/\{(WW-DW)+V_s\}=\gamma$ の式を用いて算出したものである。但し WW ：試料の湿潤重量， DW ：同乾燥重量， V_s ：土粒子体積。しかしながらこの結果は土粒子体積の測定法にまだ問題が多いようで，ばらつきが大きく絶対値も大きすぎるようであり，今後の比較試験が必要である。測定結果を参考のためにあげておく。40 m以深では60 m附近までが1.7～1.8 g/cm³，60 m以深では1.8～2.0 g/cm³のものが卓越し，特に120 m以深では1.9～2.0 g/cm³の安定した密度値を示す。

含水比は他の試験値（電気検層，圧縮試験など）のばらつき，岩相，水飽和度との関係などについての考察の補助手段として用いた。40 m以浅のものについては含水比が低く10～20%程度の値を示すが，これは上述の密度値と同様，試験方法に不備があると考えられるので再検討を用する。40 m以深では68 m附近までは泥質層が多く30～55%程度，それ以深では110 m附近までの細砂層で20～25%程度のものが卓越し測定出来なかった110～120 mの礫質層を除いて120 m以深では均質な微細砂となり含水比は20%前後の様な値を示す。

I-3 周辺陸上部地表調査

(1) 地表露頭試料による室内試験

東京湾口部の音波探査反射面と実際の岩相との関係を求めるために，湾口部周辺の三浦，房総両半島に露出する地層の柱状図作成のための地表地質踏査が，本調査とは別に，土木研究所

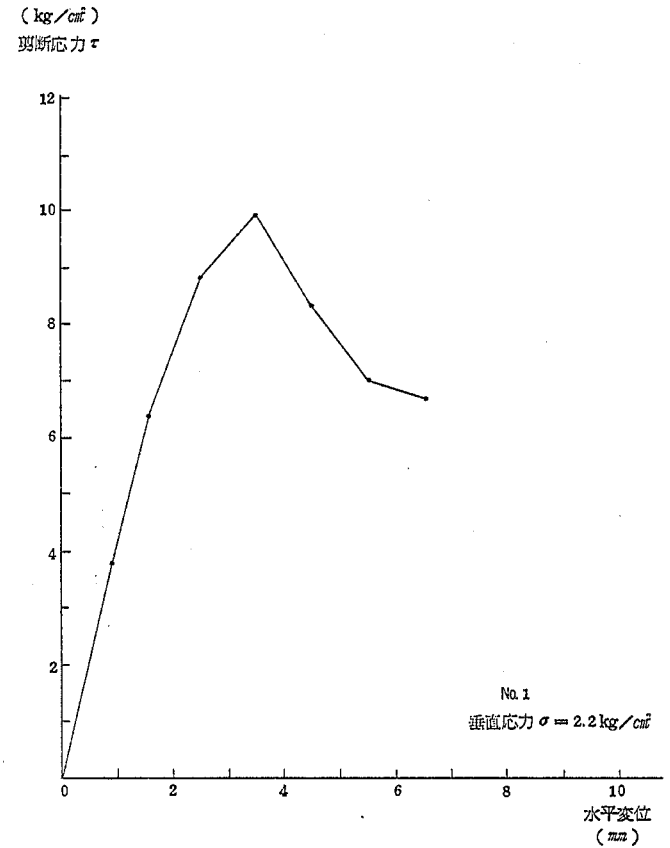
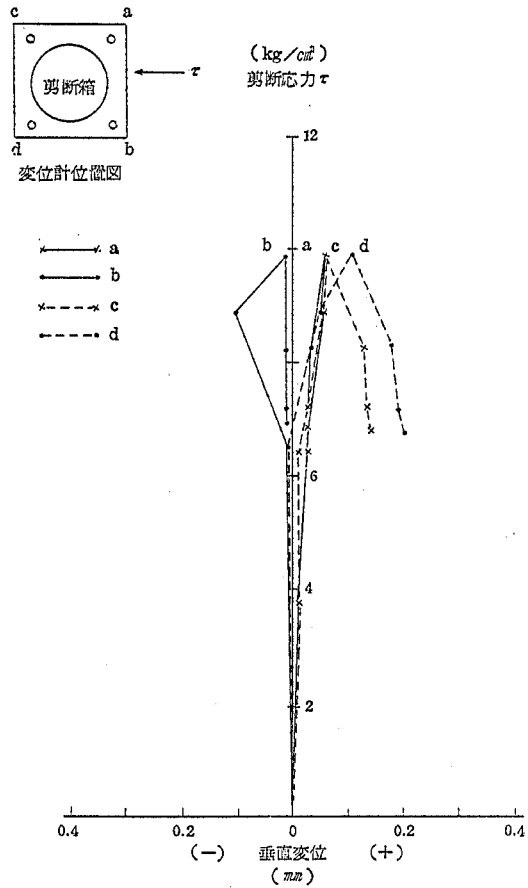
によって実施された。(東京湾口周辺陸上部地質柱状図作成調査(1966)土木研究所)

この結果は本調査にも利用できるもので、これと既存のボーリング調査結果とを対比し、海底部に分布する地層と同じ層準、岩相を有する露頭を陸上部に求めて、サンプリングを行った。サンプリングは水分、地層の方向および表層の風化などに注意して、岩相がほぼ等しい約20 cm立方の岩塊を5~6個切出し、木箱におさめて運搬した。上述したように、ボーリングによるサンプリングの見通しが一応ついたものの、室内試験のためのコアの整形には、凍結法をもちいたり、 (σ, ϕ) を求めるためには岩相の同じ多量の試料が必要であるなど、確実なデータを得るためには今後の研究にまつところが多い。一方地表露頭でのサンプリングは、砂質層のブロックも比較的採取しやすく、試料の数でも、ボーリングコアにおけるような制限をうけない。従って当研究室では、ボーリング地点の地質に類似した陸上部の露頭を求めて、得られたブロックの室内における一面剪断試験を試みてきた。この試験方法には、試験試料に加わる垂直応力の分布、試料の形態による試験値のバラツキ(剪断応力分布の不均一性)など試験機自体にも未解決の問題が多いが、一応データが得られる段階にいたったため参考資料として掲載する。(図-4a)

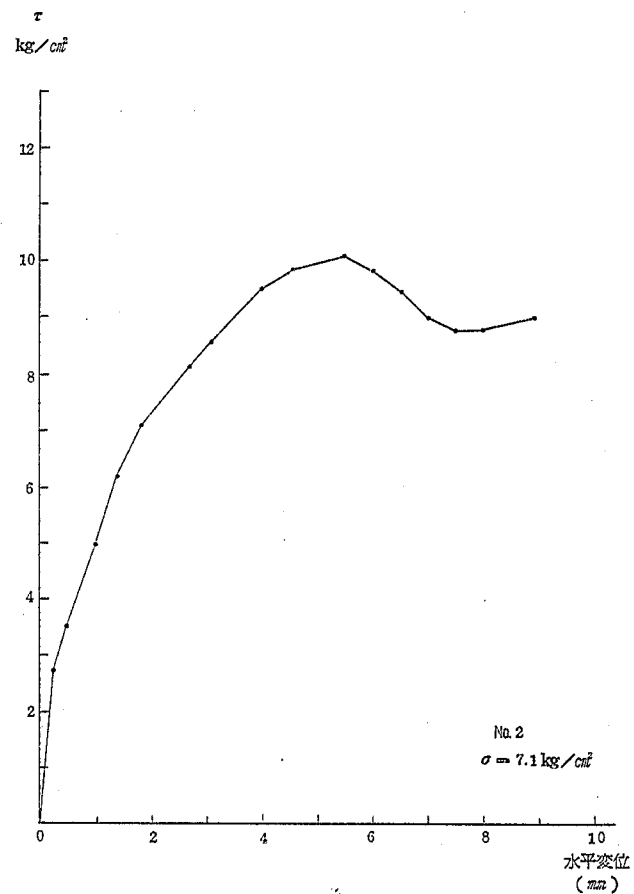
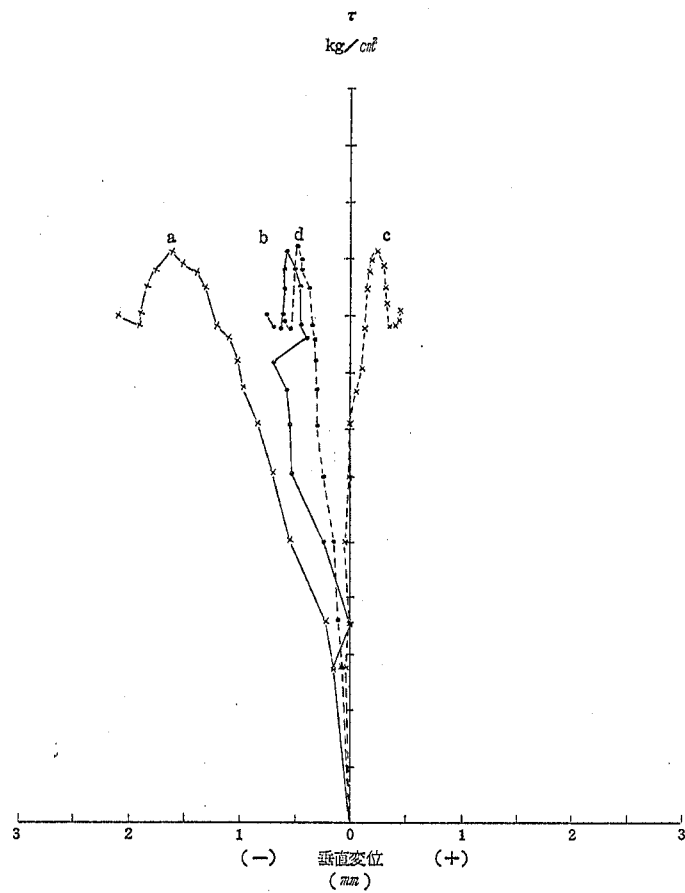
切出された軟岩ブロックは、直径30 cmの剪断箱に、整形による試料の破損を極力さけるため、整形せずそのまま入れ、まわりのすきまを石膏で固定して剪断した。垂直荷重は油圧調整により、自動的に一定に保たせ、水平荷重は、電動モーターと歯車の組合せで定速度で加圧され、その時の荷重はブルーピングリングの読取りにより測定した。

今回の試験に用いた試料は比較的固結のすんだ、岩坂細砂層のものであったため、同時に円筒形供試体を作成し、三軸圧縮試験と一連の物理試験を行って比較検討した。(図-4a, 4bおよび表-5)図-4aの $\sigma-\tau$ の直線は前述した垂直応力分布が、剪断箱の径(30 cm)全体には均一に分布している場合と、石膏で充填したすきまの部分にはかかっていないで試料の断面にのみかかっている場合とが考えられるため、この両者の仮定にそって、二通り示したものである。これから得られた (σ, ϕ) と三軸試験で得られた (σ, ϕ) とを比較してみると、一面剪断試験値に多少のばらつきがあるが、前者の仮定のもとに得られた値とよく一致することがわかる。

図-4a 地表露頭試料による一面剪断試験



☒ — 4 a



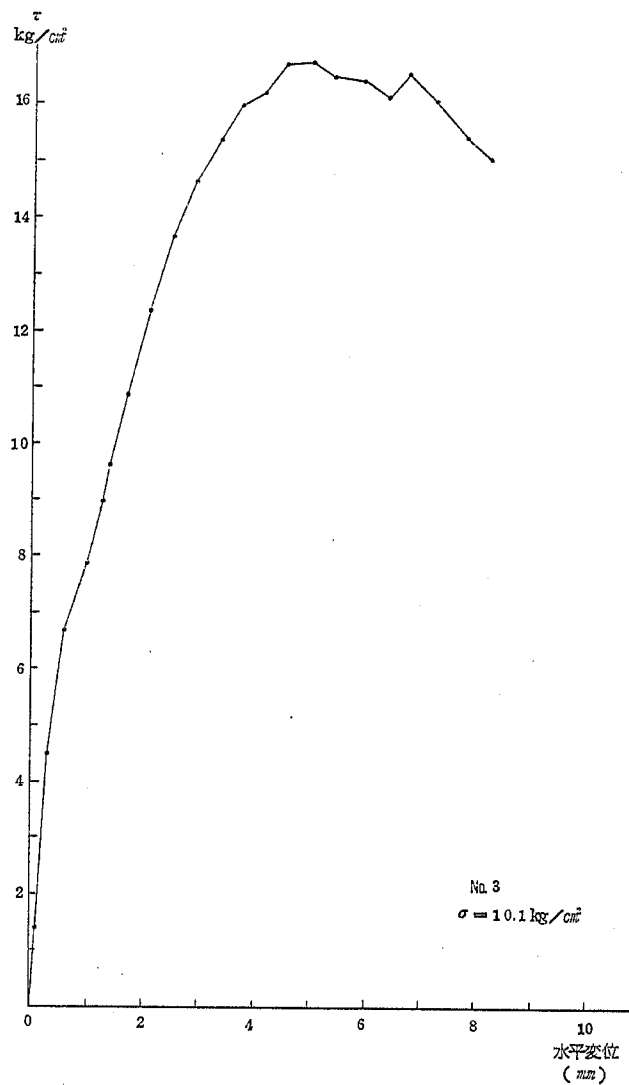
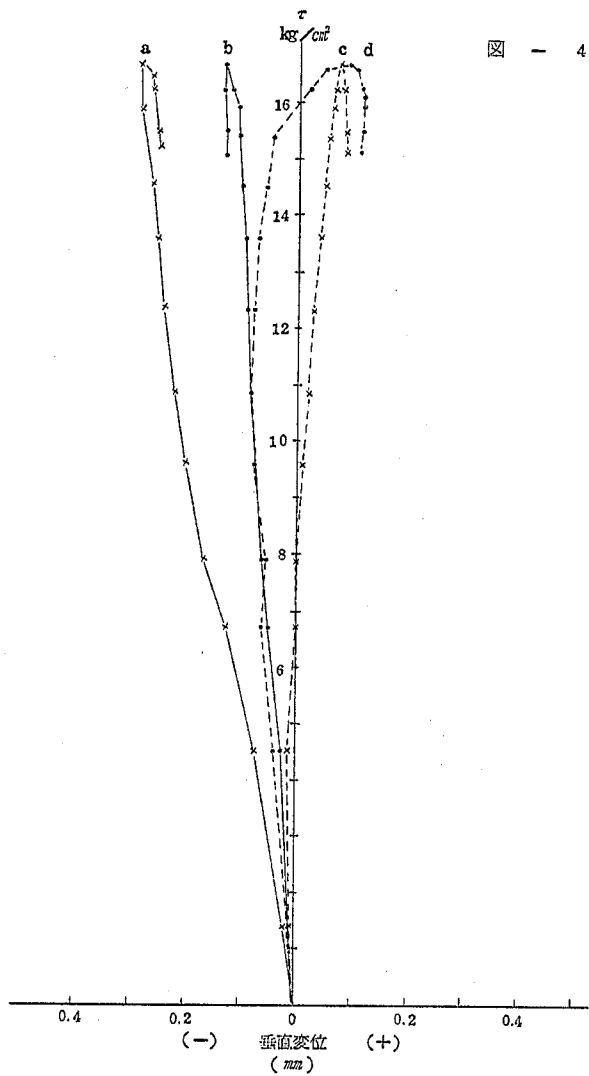
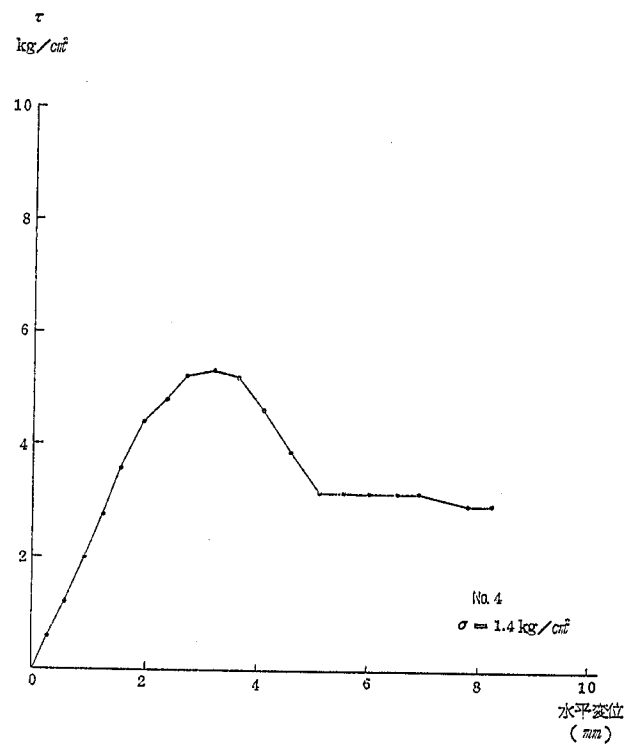
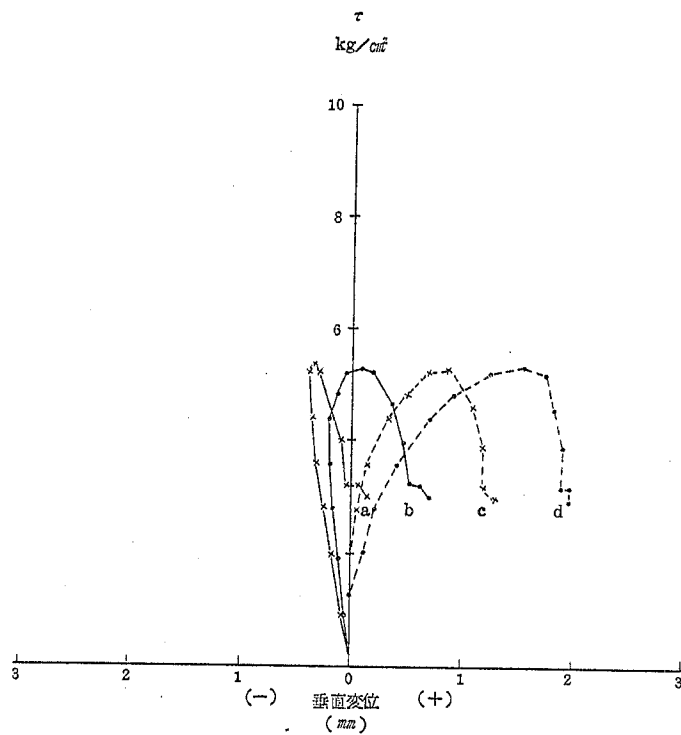
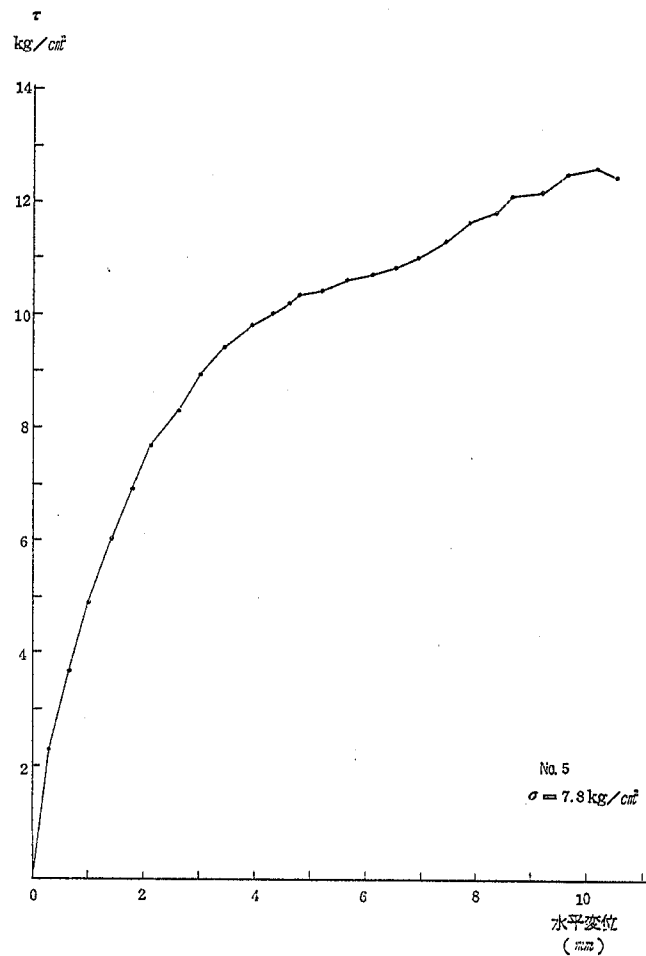
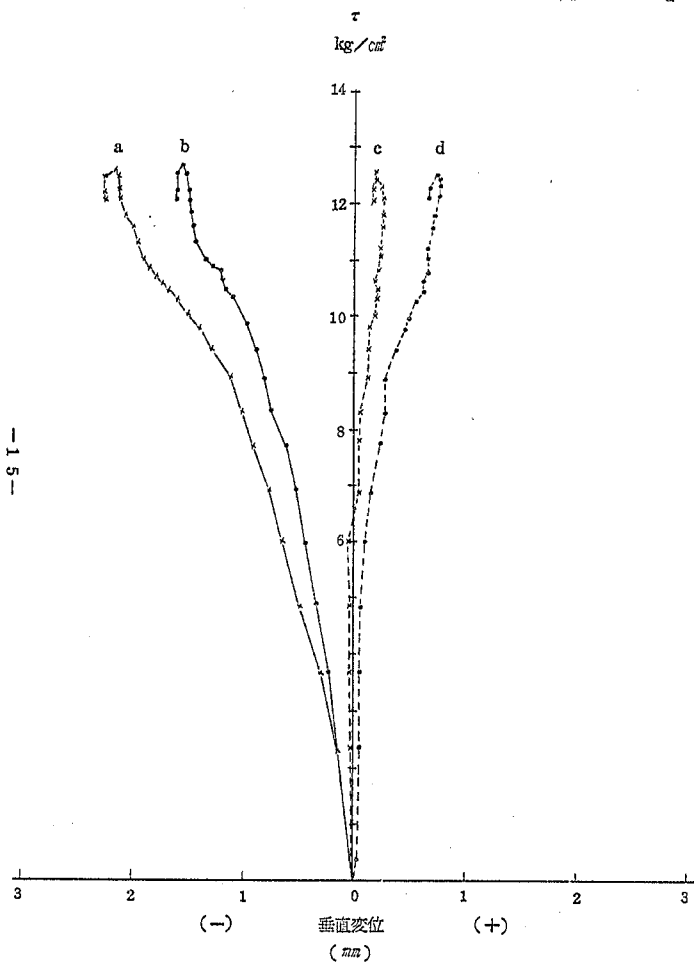


图 - 4 a

- 14 -



☒ — 4 a



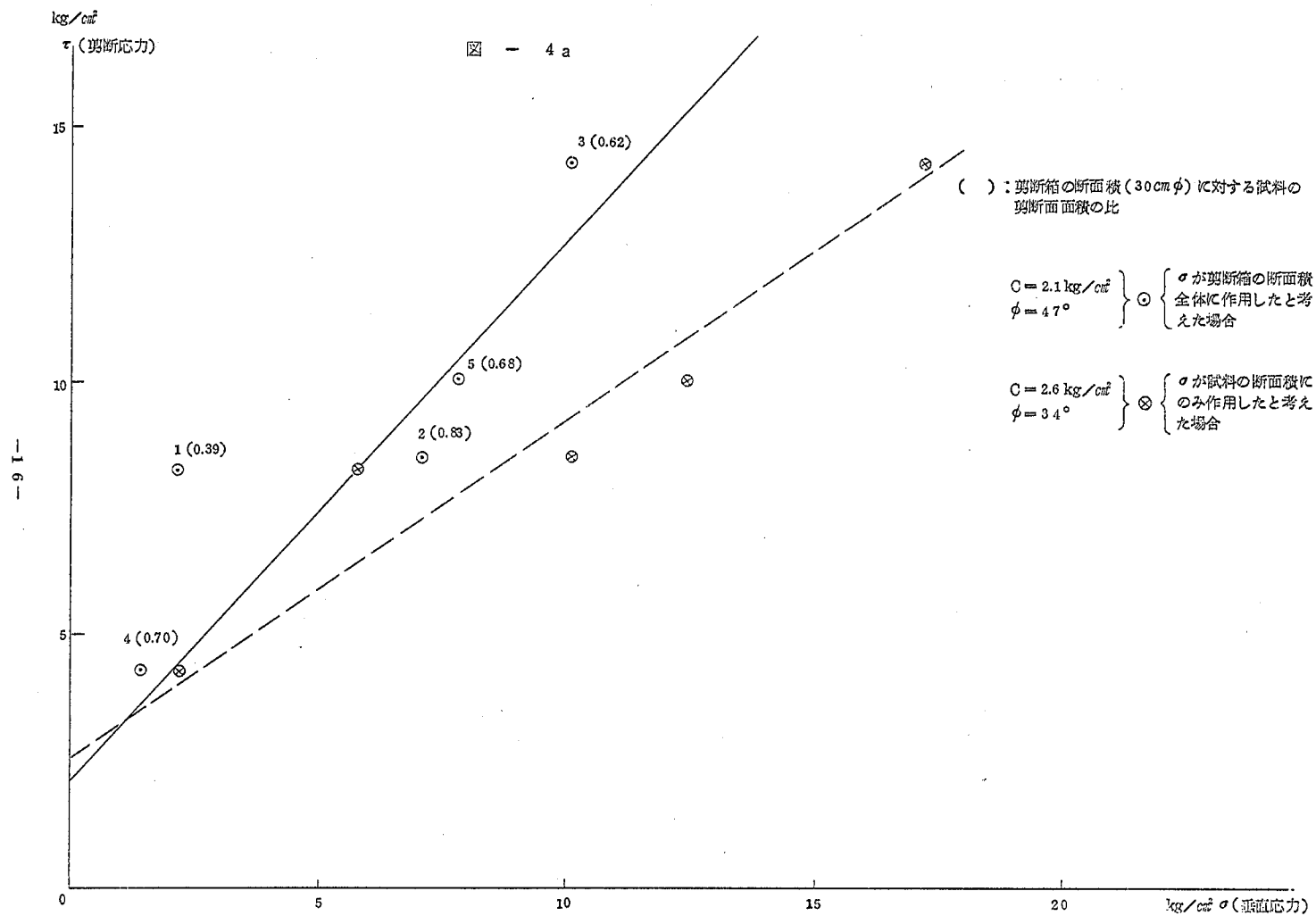


図-4b 地表面質試験による三軸圧縮試験(図-4aと同一地質)

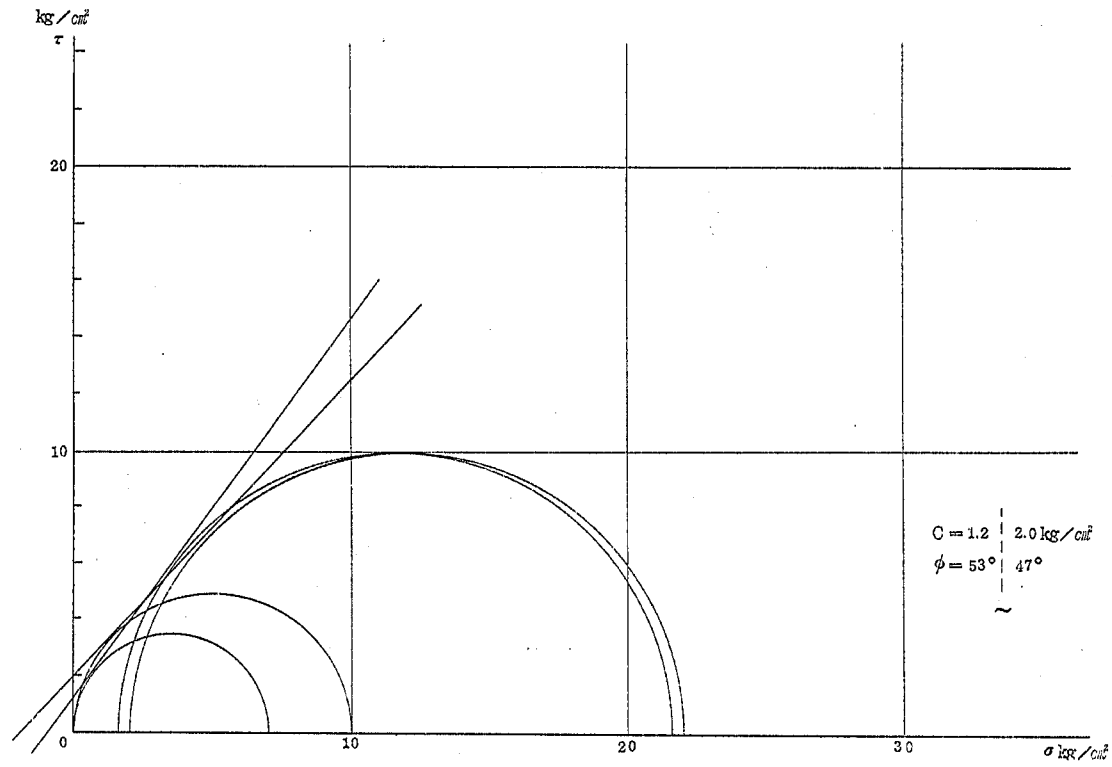


表-5 地表露頭試料による室内試験

1) 吹岩一面剪断試験

試料 番号	湿润密度 (g/cm^3)	含水比 (%)	水飽和度 (%)	岩 相	C (kg/cm^2)	ϕ ($^{\circ}$)	備 考
No. 1	2.11	16.8	100	泥混微細砂	2.0	47 $^{\circ}$	2) と同一場所の試料で採取 時期が異なるものを使用。 (岩坂細砂岩層)
No. 1	2.11	17.6					
No. 4	2.09	17.6	99	〃			
No. 4	2.06	16.2					
No. 5	2.09	17.3	97	〃			
No. 5	2.03	18.0	91				

2) 三軸圧縮試験

No. 1	2.00	28.	100	泥混微細砂	2.0	47 $^{\circ}$	
No. 2	2.06	21.	97	〃	1.2	53 $^{\circ}$	

I-4 その他の関連資料（昭和41年度調査分）

(1) 東京湾口音波探査

東京湾口の音波探査解析方法の改善のための一連の調査として、既に関東地建が実施した地域に一部重複して土木研究所が音波探査を実施した。この調査は地質構造の方向と音波探査測線の方向との関係、周波数範囲の異なる浅層用（高周波）および深層用（低周波）の二種の方法で音波探査を実施してそれぞれの長所および組合せによる効果などを求めることおよび特に浅層の地質を知ることなどを目的としたものである。この資料は、ここでは富津洲周辺の地質（特にA～C層）の再解析に利用した。（音波探査編参照）

(2) 周辺陸上部地表地質柱状図作成調査

(1)に関して、音波探査の反射パターンと実際の地質との関係を求めるために行ったもので、ここではボーリング地点の地質と周辺陸上部の地質との対比およびその結果にもとづく地表露頭でのサンプリング（I-3参照）に利用した。（東京湾口周辺陸上部柱状図作成調査（1966）土木研究所）

(3) 千葉県富津町富津ロッヂ附近陸上ボーリング調査

東京湾口横断道路計画に関して、千葉県が実施したもので、物理検層、孔内変形性試験、コアの室内試験（三軸圧縮試験、諸物理試験など）を含むボーリング地質調査資料であり、富津洲周辺部のD層の力学性の追求および地質対比などに利用した。（富津下口先地質調査1967千葉県）

Ⅱ 現在までに実施された調査結果のまとめ

まえがきで述べたように、今年度は特に、富津州周辺部の比較的浅い部分の地質とその概略強度を知ることおよび採取のむずかしい砂質軟岩の調査方法〔Ⅰ不攪乱試料をなんとか採取して、室内試験を行う。Ⅱ孔内現位置試験（特に軟岩地盤でのプレッショメーターによる変形性試験の実用性を調べるため1 m毎の測定を行い、他の試験値と比較するなど）を試みることなどを主眼とした。このためボーリング掘削に関しては、種々のサンプラーによるサンプリングを試みる。又掘削地点の岩相と類似岩相を有する地表露頭を求めて、ブロックを切取り、室内試験を行うことを目標とした。ここでは既存の資料と今年度実施した調査から得られた以上の結果を整理してみることにする。

Ⅱ-1 採取のむずかしい砂質軟岩の調査方法の改善

(1) 不攪乱試料の採取と室内試験

a ボーリングコアの採取とサンプルの室内試験

海上および陸上ボーリング孔で種々のサンプラーが試験された。この結果陸上部で実施した、デニソンサンプラーの改良型であるサンドサンプラーにより、かなり良好な採取率が得られた（Ⅱ-1(3)）

b このため砂質軟岩コアの三軸圧縮試験を主体とする室内試験を実施することができた。

（固結度が非常に低いものについては、整形が困難なため、凍結させてから整形を行った。しかしこの方法および得られた結果については今後検討すべき問題が多い）

c 同時に地表露頭で試験用ブロックを切取る方法により試料採取を実施し、未整形試料を用いる軟岩の一面剪断試験を行った。これはボーリングコアに比して一様なサンプルを多量に得られること、整形による試料の破損がふせげるため、なにかと問題の多い凍結整形などの方法が必要でない、相当軟かい砂質層でもサンプリング可能である、地層の方向性などの不均一性の影響を試験できるなどの利点がある。その反面得られた試験値はボーリング地点そのものの値ではないこと、試料が乾燥、風化などによりボーリング地点の条件と異った状態にある場合が有りうるなどの欠点がある。又試験機に関しては応力分布などにチェックすべき問題がいくつか残されている。（Ⅱ-3(2)）

(2) 孔内変形性試験について

軟岩における孔内変形性試験は、昭和39年度より、ルイメナル式プレッショメーターを使って試験的に実施された。測定は現位置変形係数および限界圧力（又は降伏値）を求めることを目的とした。

プレッショメーターによる測定では、孔壁の局所的な擾乱や不均質を避け、載荷による影響範囲を出来るだけ広くして、少しでも地盤全体の載荷、変形に近い試験を行うためには、大孔径のものが望ましいが、一方では、出来るだけ高い圧力を加え、大きい荷重に対する変形性、破壊強度などを調べるためには、機構上や機械強度などの問題から小孔径のものが有利である。

今までの試験経過は、まず№3ボーリング(39年度)では、軟岩での測定の適否、ボーリング掘削工程と測定作業との組合せの難易などの資料を得ることも含めた、極く試験的な測定を実施した。№5ボーリング(40年度)では、大孔径、小荷重のものをを用い、少数ずつ多深度で、また№6ボーリング(40年度)では、小孔径、大荷重のものをを用い、深度を限定して一個所で多数の測定を行った。この結果現状では、小孔径の方が、孔壁の崩壊が少ない、加圧能力が大きい、測定がボーリング工程と合せて能率よく行なえるなど利用しやすいことがわかった。更に測定に関しては、測定個数が同じならば、深度を限定して一個所で多数の測定を実施した方が有効であり、他の試験値との比較も行いやすいことが認められた。(土研資料№173, 1966)

そこで本年度は、測定をボーリング工程に完全に組込み、№7孔で、小孔径、高圧(50kg/cm²以上)型のプレッショメーターを用いて、1m毎の測定を深度100mまで実施した。№7ボーリングでは、コア採取率が良好であったため、室内試験を密に行って、コア試験値と、プレッショメーターによる現位置試験結果の比較をすることができた。この結果、破壊強度に関しては、供試体の各深度に相当する封圧下の強度と、プレッショメーターによる P_f 値とは、絶対値は異なるが、良好な対応性を示すことが認められた。また変形係数に関しては、全般的に泥質層では両者がほぼ一致し、砂質層では、ばらつきが大きい、曲線の傾向は類似する。そしてこの原因は今後の試験で明らかにすることとしても、一応プレッショメーターによる測定は、比較的簡単に概略の地盤強度分布を求める一手段として充分使えるものと思われる。

II-2 富津州周辺の地質と強度分布

(I) 富津州周辺の地質

図-5a, 5bは、今年度実施された№7, №8ボーリング調査および千葉県が実施した千-101ボーリング調査資料を加えて、既存のボーリング柱状図を各々の地点に従って西から東へ並べたものである。この図では各柱状図間の対比およびその間の強度分布の概要がわかるように、岩相の他に電気検層曲線、N値および q_u 値を記してある。地層の対比は音波探査による地質構造(褶曲、不整合など)の解析と電気検層曲線の形態比較、岩相の肉眼観察などを総合して行われた。この結果、昨年度までの調査では、地層の分布、工学性ともに不明の点が多かったこの地域のD層について、それをかなり確実にとめることができた。そしてこの地域のD層の分布は、昨年度までの資料で推定したより更に深くまでおよんでいること、岩相が東

へ行くにつれて泥質になり、数Km以上のオーダーで考えた場合、岩相がかなり変化することなどがわかった。

しかし、もう一つの課題である、音波探査で明瞭に認められる第三紀層上面の侵蝕面上の地層（C層以浅）の区分に関しては、その分布がかなり局部的であるため、これを知るには更に数本の浅いボーリングが必要であると考えられる。

a D層の分布

第二海堡から富津下口に至るボーリング柱状図には、上下2枚の顕著な礫層が存在し、かなり良く連続するため、良好な鍵層となる。上の礫層は一般に泥混りて薄く、下の礫層は砂質で比較的厚い。そして両者とも P_n 値が非常に高いため電気検層により容易に識別される。そしてこれらの礫にはさまれる区間は、浮石などの火山物質が比較的多く、所々に非常に硬い砂泥層をはさむ。また、No.5ボーリングのように局部的に泥層が厚い部分を除けば、全般に西から東へ泥分を増す傾向が認められ、岩相変化はかなりはげしい。この泥分を増す傾向は、これらの礫層ではさまれた部分の上下でも認められる。そして上部は全般的に、より砂質で岩相変化もはげしいのに対し、下部は均質な微細砂層が卓越し、岩層変化も割合少ない。

以上の鍵層と、D—G層の標準柱状図としたNo.6ボーリングの各層とを、前述した地表踏査結果や音波探査結果なども考慮して対比してみると、下部礫層とNo.6の20m或いは30m附近の礫質部とが同じ層準になると考えられる。従って富津州周辺部では下部礫層以浅の地層がD₁層に属し、その下の様な微細砂層はD₂に属する。

b C層以浅の地層について

C層以浅の地層については、II-4で湾中央部の地質とも関連させて述べることにする。

(2) 岩相および層位と地盤強度の関係

地盤強度の概略を一軸圧縮強度で代表させた場合、軟岩のそれは、ほぼ同一地点の試料であっても砂質層と泥質層で著しく異なっており、泥分の多寡などによって種々の異った値をとることが認められる。従って地盤強度分布のindexとして用いることはあまり適切でなく、特にばらつきの原因となる砂質層については、粘着力が小さい上に試料整形中の破損をうけやすいため出来るだけ地盤中に拘束された状態に近い条件での強度を求めることが望ましい。しかしながら一軸圧縮試験は、三軸圧縮試験のように多数の試料を必要としないため、不覚乱試料の得にくい軟岩の工学的性を求める上に、また多数のボーリング試料の試験を比較的迅速に行う上にも便利であるため、岩相による q_u の違いを考慮すれば、やはり重要なindexとなる。

図-5a, 5bの岩相と q_u 値を、(I)で述べた上部礫層附近の地層についてくらべてみると、岩相の変化が西から東へ泥質になるにつれて、同一層準の地層について、卓越する q_u 値が 10^{-1}Kg/cm^2 から 10^0Kg/cm^2 のorderへと漸増し、所々に 10Kg/cm^2 程度の泥層が存在するようになる。従って q_u 表示による強度分布を求めるには、上述したような鍵層による地層の連続

性を求めて、更に、一般にはそれとは斜交する細かい岩相のつながりを追求する必要がある。そのためにはボーリング孔間の距離を短かくして、かなり多数のボーリング調査を実施する必要がある、概略の強度分布を知る段階での地質調査では必ずしもそれは満足されない。これに反して、音波探査による地層の傾斜状況や不整合などの情報も含めて、地層の連続性の追求は比較的容易である。そこで或る区間に属する地層の強度分布を表現する一つの方法として、やゝ精度はわるくなるがその区間で得られた q_u 値による頻度分布曲線を求め、そのモードや、分布形態などによって、他と比較することが行われた。

図-6 は No. 6 および No. 7 ボーリング資料を主体として、岩相観察、物理検層、室内および孔内力学試験などを総合して地層区分を行ない各区分毎に含まれる q_u 値のヒストグラムを作成、層序区分に対応させて表わしたもので、同時に q_u 値を大きく左右する岩相についても試験試料が砂質か泥質かがわかるように記してある。

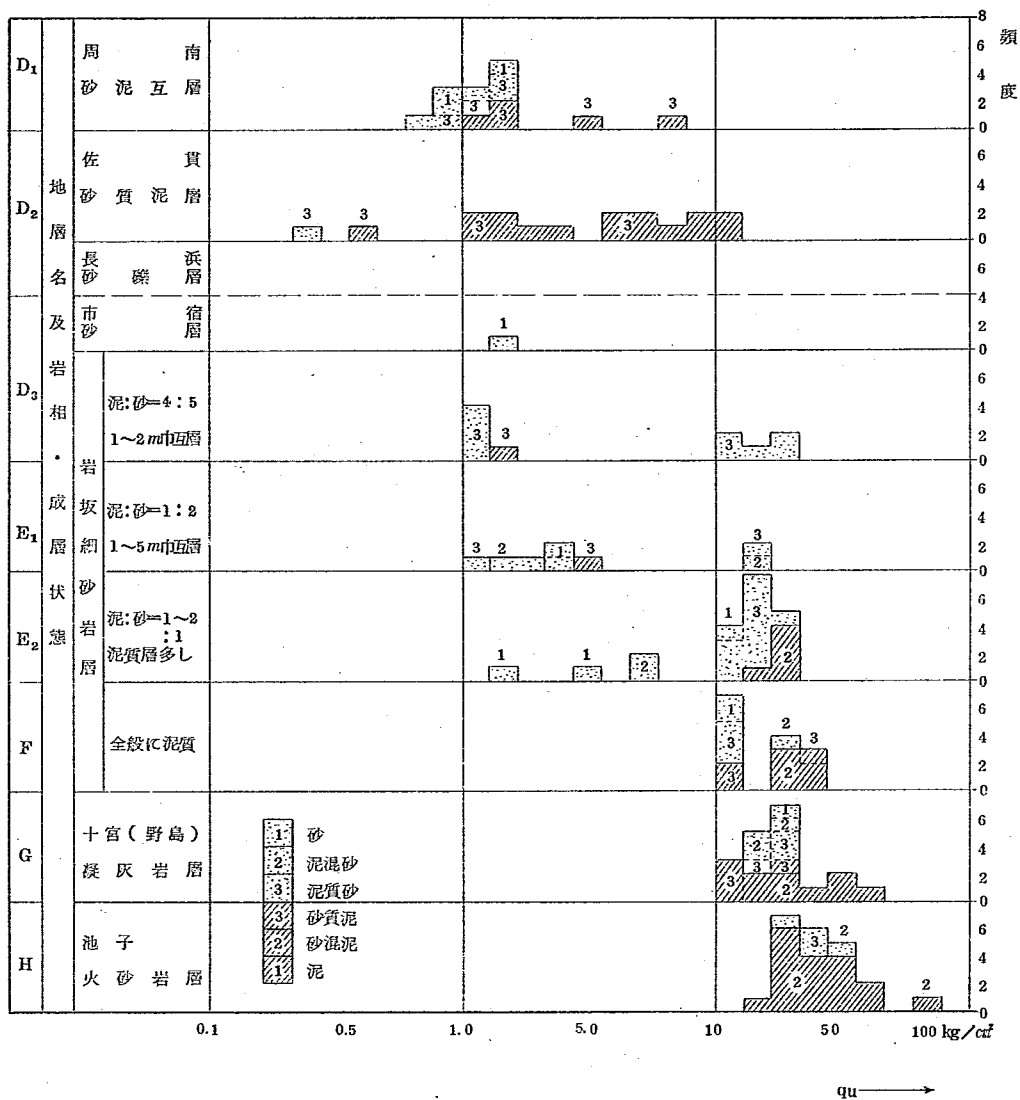
この図を見ると q_u 値は全般に下位の地層の方が大きく、特に泥質層については明らかにこの関係が認められる。砂質層については、サンプリングおよび整形がむずかしいため、試料が得られず、頻度分布が試料が得やすい供試体の度数にかたよったりしてかならずしも適確な比較が出来ないが、一応泥質層と同じく下位へ行くほど q_u 値の大きい地層が出現する傾向が認められる。

(3) 封圧下の強度と孔内変形性試験

I-1 でも述べたように封圧下の圧縮強度は、各地層の (σ , ϕ) に従って深度とともに増加し、対数目盛で表した場合、岩相による強度の違いは、一軸圧縮強度のそれに比べて、非常にわずかなものとなる。そしてプレッショメーターの P_f 値と良く対応することが認められる。従って軟岩地盤の強度分布の概略はプレッショメーターの P_f 値を用いることにより、岩相に関係なしに表すことが出来そうである。そしてこれ等の測定結果を広域に拡大するためには、やはり仲介として層位学的手法が必要であると考えられるが、層位と封圧下の強度との関係は、まだこのような資料が少ないためはっきりつかめないが、特に固結度が低い軟岩では相関が弱いようである。

又プレッショメーターによる変形係数は、No. 3, No. 5, No. 6, No. 7, 千101の各孔で実施された。この結果No. 6を除いた他の4孔では、変形係数が 1000 kg/cm^2 程度で、上述した上部礫層の $10 \sim 20 \text{ m}$ 上部に、変形係数 (E_p) が急増する部分が存在するように見受けられる。No. 6 ボーリングはこれより下位の地層に属し、変形係数も $1000 \sim 3000 \text{ kg/cm}^2$ となり、層位学的に下位層の方が大きい。このように封圧下のコアの強度試験、変形性試験は強度分布の index として使えるものと思われる。そのため封圧下の地層のコア試験、プレッショメーターなどの孔内現位置試験の方法を確率するとともに、更に多数のデータを集めて、強度分布の表示方法の改善をすることが今後の問題として残される。

図-6 層序区分と一軸圧縮強度 (qu) 頻度分布 (コア室内試験値)



(4) D層の分布と地盤常数

富津州周辺のD層は、(1)で述べたように広域にわたってみるとかなり岩相が変化する。そして広域にわたる細かい岩相分布を求めることは、現段階の調査ではむずかしいため、岩相の肉眼観察、物理検層、音波探査などを用いて、比較的連続性の追求が容易な、礫層の対比に基づく層序区分を行いその工学的性を求めて地盤区分を行った。

この結果は表-6のD層の地盤常数として整理し、その分布は図-7の地質断面図に示す。

D層の定義は№6ボーリングを標準としてなされたもので岩相上二つにわかれ下部は均質な微細砂層と泥質砂層の細互層で $qu \ 5 \text{ kg/cm}^2$ 以下で所々に固結砂泥層で $qu \ 10 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ のものを挟む。上部は砂礫を所々に挟む細砂主体の地層で固結度が悪くほとんど試料がとれていない。N値は100以上である。(土研資料№173号1966参) 富津周辺地区の下部礫層はこのD₁、D₂層の境の礫質層に相当するものと考えられ、このD₁に相当する部分が上部の礫層附近を境にして、上下で性質を異にする。

今年度実施されたボーリング調査によって、D層の工学的性に関してかなりの資料が得られたため、ここではD層を新たに区分しなおし、かつてのD₂層をD₃層とし、D₁以上の地層を2分して、D₁、D₂とすることにする。

D層の強度は全体としては、各岩相毎にあまり変わらず砂質層で 10^{-1} kg/cm^2 、泥質層で 10^0 kg/cm^2 程度と低い値を示す。

D₃層は下部礫層より下の均質な微細砂を主体とする地層で東へ向って泥質層が増し、№6ボーリングのD₂層の岩相につらなる。砂質層が多いため qu 値は非常に小さい場合が多い。

D₁およびD₂層はD₃以下の地層に比べて岩相変化がはげしくその工学的性についても細かい分布を求めることは現在の資料だけではむずかしい。そこで、一応層位的な連続性によって地層区分を行ない、各区間の工学的性、岩相などの特徴の概略をつかむことにし今後の調査によって、細かい岩相区分に基づき、工学的性の分布を求めることにする。

D₂層の上限は、以上の理由から定かにきめがたいが、№3、№5、№7、千101 各ボーリング孔で実施した、ブレッショメーター試験から得られた変形係数が、上部礫層の10～15m上で、急増して 1000 kg/cm^2 前後の値を示すこと、そしてその附近から P_f 値が大きくなり上部礫層で最大となることなどから決定したものである。D₂層は一般に火山物質を含み、所々に固結の進んだ砂岩層を挟む地層で、東へ行くにつれ泥層のはさみが多くなり№7ボーリングでは砂泥り泥層が卓越するに至る。 qu 値は砂質層で 1 kg/cm^2 以下、泥質層で 5 kg/cm^2 前後で所々に 10 kg/cm^2 程度の地層を挟む。又上下2枚の礫質層は、電気検層の比抵抗値が非常に高く、ボーリング掘削に際しては、今まで実施したほとんどの孔で孔壁の崩壊をとまっていた。そして数本のボーリング孔でこの部分からの湧水が認められていること、および№7ボーリング孔で行った孔内湧水試験では湧水量が多すぎ、定量的な測定が困難であったことなどから考えて、両礫層は被圧地下水をもった帯水層であると考えられる。これは構造物の基礎の立

表-6 各層の地盤常数

	岩 層	$r \text{ g/cm}^3$	$C \text{ Kg/cm}^2$	$\phi \text{ deg}$	$E_s (EP) \text{ Kg/cm}^2$	$q_u \text{ Kg/cm}^2$	N 値回	備 考
A	主として貝殻混り 細一中砂		0.5	20	30 ±	1 ±	< 30	コア試験値は泥質部(三軸試験)
B	〃			35~40			30~50	ϕ は N 値から換算
C	砂 礫 主として泥質岩	1.80			1000 ±	主として 10 ±	> 100	段丘堆積物 河谷堆積物 C α 層
D ₁	細砂, 泥質砂互層 (細砂層主体)	1.85~2.0 (砂質層) 1.8~1.9 (泥質層)	0.2~0.3 1.0~2.0	25~35 15~20	10~100 (500~1000) 100~500	< 1 2~5 多	> 100	(C, ϕ) コア三軸圧縮試験 D ₁ , D ₂ 界はプレッションメーター, 電気検層より決定
D ₂	細砂~砂混泥層 (火砕物質含, 固結層所々)	1.8~2.1	0.2~1.0 (砂質層) 1.0~4.0 (泥質層)	25~30 15~20	10~100 (700~2000) 100~1000	< 1 1~10	> 100	(C, ϕ) コア三軸圧縮試験 岩相変化及試験値のばらつき著しい 被圧潜水層有
D ₃	均質微細砂層	1.9~2.0	0.2~0.3	40 ±	1~10	< 1 (泥層10 ± 有)	> 100	(C, ϕ) 露頭試料の三軸圧縮試験
E ₁	微細砂互層 泥 岩 (1~5 m 厚さ)	2.0~2.1			1500~4500 30~300 (1500~2000)	① 10~30 ② 1~5 ③:④=1:2	> 100	a:b は電気検層, コア採取率, コーン 硬度から推定
E ₂	微細砂岩 (やや泥質)	2.0	2.0 ±	50 ±	1500~4500 300~1000 (8500 ±)	① 10~30 ② 5~10 ③:④=1~2:1	> 100	同 C, ϕ は陸上部地表サンプルの三軸試験
F	泥質微細砂岩	1.9~2.0			1500~6000	10~40	> 100	
G ₁	凝灰泥質粗砂~凝灰砂質泥岩	1.85~2.0			1500~9000	10~60 所々<10	> 100	
G ₂	凝灰質砂, 泥岩 互 層	1.9~2.0			1500~9000	10~60 所々>100	> 100	
備考	ボーリングコア及び電気検層 密度検層	コア試験及 密度検層			() は プレッションメーター値	コア試験結果		

場からも，boiling，間隔水圧などに関して問題となることであり，更に今後の調査が望まれる。

D₁層は，それ以浅の地層で，開析の進んだ浸蝕面下の構造運動を受けている地層に相当する。岩相は細砂を主体とする泥質砂との互層で南および東へ向けて泥質層が多くなる。quは砂質部で 1 kg/cm^2 以下，泥質部では $2\sim 5\text{ kg/cm}^2$ 程度であり各孔における試験値は，D₂層のそれよりばらつきが少ない。調査地域全体の地盤常数は表-6に示す。

II-3 湾口部および木更津-川崎測線の音波探査の解析

前報告で不明な点が多く残されていたA～Cの各層について，41年度のボーリングを音波探査とにより，そのかなりの部分が解明され，また湾口部と湾央部（木更津-川崎）の地質についても，浅層のものは対比をすることができた。ここに述べるのは，A～Cの各層を主とした地質上の問題点や解析結果についての概略とする。

(1) 湾口部と湾央部の地質と地層の対比

湾央部では音波探査とボーリング（二港建実施）とにより，A～Eの地層に区分がなされたが（東京湾中部海域地質調査報告書，関東地建，1967），この区分は湾央部のみに独立してつけられており，湾口部のA～E層と対応せず，混乱が生ずる虞れがあるので，夫々I～ロ，ニ～ヘ層と改めることにする。これらの各層については前掲報告がなされているのでここには述べない。また，湾央部と湾口部とは地質の条件が異なっているので双方を統一した名称をつけることは差し控えたい。

I～ヘ層はA～C層に対比される。（表-7）湾口部と湾央部とは岩相の変化も著しいので，湾口部のデータをそのまま湾央部へ適用することは出来ない。

表 - 7

時代 区分	地域 地質	湾 口 部		湾 央 部	
		地層区分	岩 相	地層区分	岩 相
沖 積 層		A	砂 $N = 10 \sim 30$ 砂礫 $N = 10 \sim 50$	イ	ヘドロ $N = 0$ 砂 $N = 10 \sim 30$ 泥 $N = 0 \sim 20$
				ロ	砂 $N = 10 \sim 50$ 泥 $N = 0 \sim 30$
洪 積 層	上 部	B	砂 泥 $N = 30 \sim 50 \pm$	ハ	泥 $N = 30 \sim 50 \pm$
				ニ	砂 $N = 30 \sim 50 \pm$ 砂礫 $N = 50$ 以上
				ホ	砂 $N = 50$ 以上 泥 $N = 30 \sim 50 \pm$
	中 と 下 部	C	砂 泥 $N = 50$ 以上	ヘ	砂 泥 $N = 50$ 以上
				ト	砂 泥 $N = 50$ 以上
		(Ca)	砂 泥 $N = 100$ 以上	以下不明	

a A層およびその相当層

A層は調査海域に広く分布するもので、現地地形面を構成している。湾口部では全般に砂質であるが、湾央部では砂質の部分と泥質の部分とに分けられ、大体の地層の強度はN値にして砂質層では10～40、泥質層では0～20程度である。層厚は不定であるが、全般的に湾口部で薄く湾央部で厚い。湾央部では下位より泥→砂→泥→砂のサイクルが見られることが多く、下位の泥と砂を下部沖積層、上位の泥と砂を上部沖積層として区分している。(京葉工業地帯地盤調査報告書、千葉県開発局、1964)ここではイ層が上部沖積層に、ロ層が下部沖積層にそれぞれ相当するものと考えられる。(ただし、イ層にはヘドロ層も含めてある。)厚さはイ層が10～20m、ロ層が5～15m程度である。湾口部ではこれらの区別はなし難く、陸上部のボーリングの資料から推定して下部沖積層の発達は悪いものと考えられる。

湾央部ではさらにヘドロやヘドロに近い泥層が上部の砂層の上に分布していることが多く、西方多摩川河口附近では多摩川に由来する砂層が厚く堆積している。東方バンズ附近では基

盛はハ層が浅くなっているため、A層は薄くなっている。

湾口部では富津州附近の海蝕台上の凹凸を埋めて広く分布するほか、古東京川などの沈水谷の堆積物の上半部を形成している。後者を除いては厚さはあまり厚くなく、厚いところでも10m内外である。

b B層およびその相当層

A層の下位に分布する地層で、湾央部では下位はシルトがち、上位は砂礫がちである。湾口部では砂礫を主体としており、N値は概して高く50内外を示す。上位のA層が比較的均質で水平方向に良好な連続性を示すのに対して、B層は層相の変化が著しく不均質であり、従って水平方向の連続性は北部でやや良好であるほかは悪い。

この地層は湾央部中央部ではニ・ホ層に、湾央部東岸ではハ・ニ・ホの地層に相当するものと考えられる。ハ層は音波探査を行なった海域では発達がわるいためにニ層に含められているが、パンズ沖（海底深度が-10m前後から急に増すあたりのところ）から急に東に向かって層厚を増し、沿岸のボーリングでは20～30m前後となる。岩相は泥を主体としており、ところどころ砂質シルトに変化している。ニ層は砂礫がちな地層が5～20mの層厚で分布しており、高いN値を示している。ホ層は泥層であり、厚さは5～30mと変化するが、概して中～東部に厚く西部では薄くなる。

湾口部では砂礫がちであり、泥の発達は極めて悪く、ニ層が中心となっているものと考えられる。層厚は5～30mと変化が大きい。

湾口部ではB層の基底は後に述べるように、顕著な平坦面を形成している。

三浦半島－横浜にかけてはB層の発達は極めて悪い。

c U層およびその相当層

前報告にも述べたように、U層は数多くの問題点を含んでおり、41年度の調査でも未解決の部分もあるが、これまでに判明したことならびに将来の調査に対して残された問題について述べる。

U層は中～下部洪積層を形成し、その最上部はハ層である。層厚は湾口部で薄く、湾央部に向かって厚くなり、基底は湾央部では100mをこえるため確認されていない。また、湾口部ではB層により浸蝕され、顕著な不整合を示すが（湾口部に分布するB層直下のU層と上位のB層との間の時間間隔は大きい、平行不整合に近いものであるため、音波探査の記録から不整合面を追跡することは容易ではない）、湾央部でホ層とハ層との間には不整合を立証する資料が得られないが、陸上部の地質などから推定して、不整合は存在しないか、あっても小さいものであろうと考えられる。

富津州北西方にはU層のものと考えられる地層が下位の地層を浸蝕して不整合をなしている部分が存在しているが、これが湾口部のU層のどの位置に相当するものであるのか、また不整合の基底がU層の基底に連なるものかどうかについてはわかっていない。また、ボーリ

ング地点で確認された外のU層については、分布・工学的性質ともに未解決な点が多い。

古東京川・古小糸川の旧河谷の堆積物については、分布はほぼ確認されたが、これがどのような力学的性質をもつのかは知られていない。

第三海堡・第二海堡西方の二つの段丘面を形成する礫層の地質学的な位置はわかっていない。この礫層は厚さ2～3 m以下のものであり、下位には第三紀層が分布している。

湾央部のへ層およびト層については、表-7 に示した通りである。ホ層は砂を主とする地層であるが、礫を混じえたり、細砂から粗砂まで変化したりする不均質な地層で、泥は概して発達が悪い。また水平的な層相の変化も著しいものと考えられる。ト層は、ボーリングによりその一部分を知りえたのみであり、岩相などをすべて表わしているとは言いが、知うる限りでは泥がちの地層である。

これらに相当する地層は湾口部には見当らず、湾口部に分布するU α 層に相当する層位の地層は湾央部ではト層よりさらに下位のものであると考えられる。

U α 層の分布や工学的性質は、ボーリングにより知りえたもの以外は知られていない。

(2) 地形と堆積物との関係

湾口部では地形が複雑で種々の地形要素に分けられるが、湾央部では全体に浅い谷地形を形成しているだけである。地形を地形面に分解すると、地形面を構成する地層や堆積物の性質を知る上に重要な手がかりとなり、また、特に埋積された地形面はその上位の堆積物の分布や構造を規定する意味もあり、これを追跡する作業を行なったものである。

湾口部では次の地形要素が認められる。

富津洲附近の波蝕台	- 1 0 m
中ノ瀬の面	- 2 0 m
富津洲下の埋積平坦面	- 1 0 ~ 2 5 m
第三海堡・第二海堡西方段丘面	- 4 0 m
富津洲北西部の埋積平坦面	- 5 0 m
古東京川・古小糸川の河床面	- 7 0 ~ 9 0 m
古東京川・古小糸川の基盤面	- 9 0 ~ 9 5 m
古東京川河谷	
古小糸川埋積河谷	

a 富津洲附近の波蝕台

富津洲を中心として南北に拡がり、A層が分布しているが、ところによっては下位の地層がわずかに露出しているところもある。この面は現世の波蝕台ないしは薄い veneer 状の堆積物（A層）の分布する面である。

b 中ノ瀬の面

北部は湾奥からの堆積物に覆われた埋積河谷に連なるが、中ノ瀬は表面にごくうすい(5 m以下)堆積物(A層)があるだけで、C~D層と考えられる中ノ瀬の基盤が存在し、この面の末端では基盤の地層が露出しているところがある。このような高さ(周囲の同じ層準と考えられる地層は-40~-70 mでなければ分布していない)に同層があることの原因は明らかでない。

c 富津洲下の埋積平坦面

この面は全体としてみた場合にはほぼ平坦な一つの面として認められるが、面そのものには凹凸が多く、5~10 m程度の振幅のある不規則波状の断面として音波探査に記録されている。C層またはD層がこの面の下に分布しており、上位にはA層またはB層が堆積しており、同層堆積前の浸蝕面であるといえる。この面の追跡は、この調査の目的としているD層以下の地層の分布深度を知る上に重要な意味をもつ。

d 第三海堡・第二海堡西方段丘面

この面については前報告に述べたので省略する。

e 富津洲北西部の埋積平坦面

この面は音波探査によって知られているものであるが、中ノ瀬の南から富津洲にかけて分布している。富津洲と第二海堡の間では、dの面の堆積物(礫層)の基底面を連続しているようでもあり、更に南東部ではCの面に連なるようにも見えるが、この面の上の堆積物については明らかでない。この面の下にはD層のものらしい地層が分布していることも音波探査によって知られているが、どのような地層であるか不明である。

f 古東京川・古小糸川の河床面

g 古東京川・古小糸川の基盤面

h 古東京川河谷

i 古小糸川埋積河谷

これらの4項目については前報告を参照されたい。

表-3 ボーリングコア室内試験 (No. 7 ボーリング)

番号	岩石名	乾燥量 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥密度 g/cm ³	湿潤密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水和度 %	速度 Km/sec	側圧 kg/cm ²	弾性係数 kg/cm ²	破壊強度 kg/cm ²	結合力 (粘着力) kg/cm ²	剪断抵抗角 °	形状・寸法	採取箇所 m	備考
No. 1	7-1 含礫泥混砂				1.260	1.720	39.3		50~100 以下同じ			5	0.905	0.42	7°00'	67mmφ 120~130mm high	8.00~8.50	
	7-2				1.321	1.779	34.5				(2.5)	17					9.30~9.95	
	7-3				1.479	2.060	39.3										9.95~10.75	
	7-4				1.250	1.663	32.9									以下同じ	10.75~11.42	
No. 2	7-5 含礫泥混砂				1.188	1.694	42.7					5	0.860		9°00'		11.43~12.14	
	7-6				1.159	1.653	42.8				(2.0)	22					12.50~13.25	
	7-7				1.294	1.717	32.5					211	3.64	0.47			13.25~14.14	
No. 3	7-8 泥混砂				1.468	1.817	23.8					5	1.600	0.50	29°30'		14.20~15.00	
	7-9 (小礫含)				1.367	1.827	33.6				(2.0)	22					15.40~16.14	
	7-10				1.474	1.912	29.6					814	9.66				16.14~17.10	
No. 4	7-11 含貝中砂				1.285	1.751	36.3					45	0.91	0.80	25°30'		17.10~17.80	
	7-12				1.253	1.690	34.7				(2.5)	29					17.80~18.43	
	7-13				1.225	1.618	32.0										18.94~19.74	
No. 5	7-14 含貝泥質細砂				残 留							30	2.09				20.06~20.43	
	7-15				1.310	1.762	34.5				(2.5)	222					20.43~21.42	
	7-16				1.330	1.743	31.0										21.42~21.75	
	7-17				1.296	1.758	35.7										21.75~22.52	
	7-18				1.420	1.845	30.0						13.00				22.52~23.40	
No. 6	7-19 含貝泥質細砂				1.168	1.833	57.1					260	2.55				23.40~24.00	
	7-20				1.285	1.802	40.2				(5.0)	140					24.08~24.68	
	7-21				1.440	1.964	36.6										24.68~25.18	
	7-22				残 留												25.18~25.33	
	7-23				残 留												25.33~26.03	
No. 7	7-24 泥質細砂~泥				1.225	1.758	43.3					64	2.07				26.03~26.67	岩相バラツキ大
	7-25				1.220	1.801	47.7				(5.01)	74					26.67~27.27	
	7-26				残 留												27.30~28.36	
	7-27				残 留												28.45~28.97	
No. 8	7-28 砂混泥				1.281	1.876	46.2					14	2.38	1.20	24°00'		29.02~29.60	
	7-29 (貝小礫含)				1.172	1.724	47.1										29.60~30.60	
	7-30				1.212	1.769	45.8										30.70~31.89	

表 - 3

番号	岩石名	乾燥重 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥密度 g/cm ³	湿潤密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水和 %	飽和 %	速度 (湿潤) kg/sec	側圧 kg/cm ²	静弾性係数 kg/cm ²	破壊強度 kg/cm ²	結合力 (圧縮力) kg/cm ²	剪断抵抗角 °	形状・寸法	採取箇所 m	備考
No. 9	7-31 含貝砂質泥				1.540	1.791	16.4						444	4.96	1.60	25°00'	31.90 ~ 32.51		
	7-32 礫少量含				1.551	1.945	25.1					(5.0)	354				32.51 ~ 33.12		
	7-33				1.542	1.809	17.2										33.12 ~ 33.58		
	7-34				1.759	2.070	17.8										33.58 ~ 34.18		
	7-35				1.700	1.821											34.18 ~ 34.83		
No. 10	7-36 中砂, 泥互層				1.623	1.934	19.1							1.122	0.50	19°30'	34.83 ~ 35.94		
	7-37				1.560	1.925	23.3					(7.5)	140				35.95 ~ 36.58		
	7-38				1.409	1.870	32.9						235	1.86			36.59 ~ 37.99		
No. 11	7-39 中砂				1.290	1.842	42.6						343	2.02	0.60	30°30'	37.99 ~ 38.61		
	7-40 (泥層挟み多)				1.292	1.860	43.9					(5.0)	2455				38.61 ~ 39.35		
	7-41				1.337	1.799	34.6					(10.0)	455				39.35 ~ 40.10		
	7-42				1.468	1.869	27.2						222	4.27			40.10 ~ 40.80		
No. 12	7-43 中細砂質泥				1.292	1.850	43.1						90	0.97	0.50	30°30'	40.80 ~ 41.60		
	7-44				1.373	1.886	37.2					(7.5)	1600				41.60 ~ 42.30		
	7-45				1.357	1.876	38.2										42.30 ~ 43.00		
	7-46				1.371	1.844	34.4										43.00 ~ 43.70		
	7-47				1.337	1.866	39.7										43.70 ~ 44.40		
No. 13	7-48 砂質泥				1.301	1.854	42.6						938	8.70	3.40	11°30'	44.40 ~ 45.32		
	7-49				1.437	1.919	33.6					(7.5)	1175				45.37 ~ 46.10		
	7-50				1.415	1.939	36.9										46.10 ~ 46.80		
No. 14	7-51 砂質泥				1.367	1.905	39.3						240	1.765	0.60	24°30'	46.80 ~ 47.49		
	7-52 (粗砂レンズ所々)				1.489	1.899	27.4					(10.0)	1200				47.49 ~ 48.19		
	7-53				1.350	1.859	37.8										48.19 ~ 48.90		
	7-54				1.397	1.832	31.1										48.90 ~ 49.64		
No. 15	7-55 砂質泥				1.401	1.899	35.4						750	7.64	2.40	27°30'	49.64 ~ 50.40		
	7-56 固結泥互層挟				1.398	1.880	34.6					(10.0)	747				50.40 ~ 51.10		
	7-57				1.434	1.890	31.8										51.10 ~ 51.80		
	7-58				1.486	1.912	28.8										51.80 ~ 58.50		
	7-59				1.521	1.950	28.1										52.50 ~ 53.15		
No. 16	7-60				残 留								714	8.09	3.90	14°00'	53.15 ~ 53.95		
	7-61				1.400	1.869	33.3					(10.0)	1739				53.85 ~ 54.55		
	7-62				1.368	1.880	37.5										54.54 ~ 55.25		
	7-63				1.447	1.906	31.8										55.25 ~ 55.95		

表 - 3

番号	岩石名	乾重 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥 密度 g/cm ³	湿潤 密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水和 %	速度 (湿潤) km/sec	側圧 kg/cm ²	粘弾性 係数 kg/cm ²	破壊 強度 kg/cm ²	結合力 (粘着力) kg/cm ²	剪断 抵抗角 °	形状・寸法	採取箇所 m	備考
No.17	砂質泥 (砂泥互層部有り)				1.420	1.887	32.8					630	7.26	3.80	14°00'		55.95 ~ 56.65	
					1.422	1.886	32.5				(10.01)	3,333					56.65 ~ 57.33	
					1.406	1.883	34.2										57.33 ~ 58.05	
					1.191	1.903	59.8										58.05 ~ 58.78	
No.18	砂質泥 (砂やや多)				1.406	1.906	35.4										58.78 ~ 59.48	
					1.421	1.880	32.1					741	9.89	3.60	18°30'		59.48 ~ 60.18	
					1.372	1.716	25.0				(10.0)	1,000					60.18 ~ 60.83	
					1.418	1.883	32.9										60.83 ~ 61.53	
					残 留												61.53 ~ 62.24	
No.19	泥質砂~砂質泥				1.434	1.944	35.6					1,000	9.50	3.90	12°00'		62.24 ~ 62.95	
					1.421	1.872	31.8				(10.0)	411					62.95 ~ 63.65	
					1.430	1.944	36.0										63.65 ~ 64.35	
					1.389	1.843	32.9										64.35 ~ 65.07	
No.20	含貝砂質泥				1.328	1.852	39.4					354	6.63	4.00	15°30'		65.07 ~ 66.80	
					1.348	1.837	36.2				(12.0)	511					65.80 ~ 66.50	
					1.303	1.883	44.5										66.50 ~ 67.20	
					1.448	1.980	36.8										67.20 ~ 67.85	
No.21	泥質砂				1.338	1.864	39.3					1,750	15.3	6.00	12°00'		67.85 ~ 68.55	
					1.422	1.957	37.5				(10.0)	500	0.417				68.55 ~ 69.26	
					1.464	1.985	35.4				(10.0)	174		0.80	28°00'		69.26 ~ 69.77	
					1.651	2.083	26.1										69.77 ~ 70.40	
					残 留												70.40 ~ 71.23	
No.22	泥質砂 (固結泥挟所々)				1.370	1.815	32.7					22	3.31	1.30	17°00'		71.23 ~ 71.93	
					1.550	2.000	29.0				(12.0)	385					71.93 ~ 72.69	
					1.485	1.890	27.1										72.69 ~ 73.22	
					残 留												73.22 ~ 74.00	
No.23	含貝砂質泥				1.321	1.813	37.1						0.517				74.00 ~ 74.69	
					1.361	1.858	36.6				(7.5)	295					74.69 ~ 75.38	
					1.577	2.013	27.8										75.38 ~ 76.08	
					1.505	2.004	33.1										76.08 ~ 76.78	

表 - 3

番号	岩石名	乾燥量 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥密度 g/cm ³	湿潤密度 g/cm ³	含水量 %	間隙率 %	水和度 %	速度 (湿潤) Km/sec	側圧 kg/cm ²	弾性係数 kg/cm ²	破壊強度 kg/cm ²	結合力 (粘着力) kg/cm ²	剪断抵抗角 °	形状・寸法	採取箇所 m	備考
No.24	7-93 砂質泥				1.497	1.979	32.2					122	1.21	4.90	12°00'		77.10 ~ 77.95	
	7-94 (細砂・泥互層部有)				1.401	1.887	34.7				(10.01)	1077					77.95 ~ 78.70	
	7-95				1.250	1.712	37.0										78.70 ~ 79.43	
	7-96				1.435	1.902	32.6										79.43 ~ 80.17	
No.25	7-97 砂質泥				残 留							700	4.67	1.90	16°00'		80.17 ~ 80.87	
	7-98 (粗砂挟有)				1.440	1.894	31.4				(15.0)	360					80.87 ~ 81.51	
	7-99				1.450	1.903	31.4										81.57 ~ 82.27	
	7-100				1.472	1.919	30.2										82.27 ~ 83.00	
No.26	7-101 砂質泥				1.428	1.937	35.7					1000	7.69	2.50	21°00'		83.00 ~ 83.74	
	7-102				1.412	1.916	35.6				(12.0)	833					83.74 ~ 84.40	
	7-103				1.433	1.939	35.2										84.43 ~ 85.00	
	7-104				1.384	1.840	32.9										85.00 ~ 85.74	
No.27	7-105 砂質泥				1.421	1.911	34.5					92	1.71	1.20	13°30'		85.74 ~ 86.42	
	7-106 (所々砂層挟)				1.411	1.870	32.4				(15.01)	1389					86.42 ~ 87.16	
	7-107				1.461	1.850	26.4										87.16 ~ 87.90	
	7-108				1.376	1.859	35.0										87.90 ~ 88.60	
No.28	7-109 砂泥固結泥				1.522	1.893	24.2					968	6.52	2.00	24°00'		89.20 ~ 89.86	
	7-110				1.545	1.950	26.1				(15.0)	893					89.86 ~ 90.56	
	7-111				1.589	1.977	24.3										90.56 ~ 91.56	
	7-112				残 留												91.56 ~ 92.26	
No.29	7-113 砂質泥				1.527	2.021	32.4					125	2.24	3.60	15°30'		92.26 ~ 92.96	
	7-114				1.450	1.940	33.8				(20.0)	1238					92.96 ~ 93.21	
	7-115				1.410	1.885	33.7										93.21 ~ 93.94	
	7-116				1.511	1.981	31.1										93.94 ~ 94.80	
No.30	7-117 砂質泥				1.531	1.963	28.2					320	2.58				94.83 ~ 96.00	
	7-118 (所々砂集中)				1.340	1.842	37.5				(15.0)	760					96.10 ~ 96.81	
	7-119				1.470	1.950	32.7										96.81 ~ 97.52	
	7-120				1.470	1.963	33.4										97.52 ~ 98.22	
No.31	7-121 砂質泥				1.500	1.928	28.4					75	1.73	1.50	12°00'		98.22 ~ 98.92	
	7-122				1.346	1.792	33.1				(20)	743					98.92 ~ 99.65	
	7-123				1.440	1.910	32.5										99.65 ~ 100.38	

表-4 ボーリングコア室内試験 (No 8 ボーリング)

番号	岩石名	乾燥重量 g	含水量 g	体積 cm ³	乾密度 g/cm ³	湿潤密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水飽和率 %	速度 km/sec	動弾性係数 kg/cm ²	静弾性係数 kg/cm ²	破強度 kg/cm ²	凝度 kg/cm ²	結合力 (粘着力) kg/cm ²	剪断抵抗角 °	形状・寸法 高さ(cm)直径	採取箇所 m	備考
8-1		156.6	201.9		1.52	1.95	22.4											22.90~23.00	8-1~8-6 はI-2(s)bの 式により算出
8-2		230.8	282.0		1.69	2.07	18.2										26.40~26.50		
8-3		128.3	298.7		0.58	1.36	57.0										27.40~27.50		
8-4		586.0	732.6		1.57	1.96	20.0										29.40~29.50		
8-5		357.3	434.1		1.63	1.99	17.7										33.70~33.80		
8-6		442.4	491.6		2.03	2.26	10.0										35.90~36.00		
8-7	含貝(多)粗粒泥	371.9	474.1	238.2	1.56	1.99	21.6					1	0.41			9.75	5.56	39.00~39.10	試料破損
8-8		178.2	339.6		0.77	1.48	47.5										40.80~40.90		
8-9	泥質細砂	291.6	(602.9)	182.2	1.60	(3.31)	51.7			1.778		2	1.36			8.05	5.35	41.45~41.54	
8-10	含貝中・粗砂混泥	292.5	(689.6)	217.4	1.35	(3.17)	57.6			1.715		1	0.73			8.77	5.62	43.00~43.10	
8-11		386.9	588.2	334.8	1.16	1.76	34.2			1.760		1	1.38			9.50	6.80	43.60~43.70	
8-12	貝少量混泥	277.5	(606.3)	219.1	1.26	(2.77)	54.2			1.620		1	0.97			8.98	5.59	44.90~45.00	
8-13																			
8-14	含貝(少)細砂質泥	431.1	609.3	347.4	1.24	1.75	29.2			2.133		1	0.62			8.98	7.01	47.40~47.50	
8-15	〃	544.8	753.6	421.3	1.29	1.79	27.7					1	0.49			9.34	7.57	48.20~48.30	
8-16	均質雲母含泥	367.6	535.2	305.1	1.20	1.75	31.3					3	0.37 (15%)			8.14	6.91	52.80~52.90	
8-17	〃	355.9	539.8	302.4	1.18	1.79	34.1					7	0.77			8.53	6.72	54.00~54.10	
8-18	均質泥	251.2	412.8	257.3	1.02	1.60	36.7					25	0.01			8.50	6.21	55.00~55.10	試料破損
8-19																			試料破損
8-20																			

表 - 4

番号	岩石名	乾重量 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥 密度 g/cm ³	湿潤 密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水和 %	速度 km/sec	動弾性 係数 kg/cm ²	静弾性 係数 kg/cm ²	破壊 強度 kg/cm ²	結合力 (粘着力) kg/cm ²	剪断 抵抗角 °	形状・寸法 高さ (cm) 直径	採取箇所 m	備考
8-21	岩化木片雲母含 均質微細砂	159.6	242.2	143.7	1.11	1.38	34.1					9	0.61			6.69 5.23	60.90~61.00	
8-22	砂質泥	184.9	254.9	139.3	1.33	1.83	27.5					28	1.88			8.65 4.53	63.20~63.30	
8-23	腐植物含砂混泥	217.4	377.3	250.8	0.87	1.50	42.4					11	1.12			9.80 5.71	64.10~64.20	
8-24	含貝片砂質泥	241.4	331.5	178.7	1.35	1.86	27.2			1.584		54	1.12			8.65 5.13	64.80~64.90	
8-25																		
8-26	シルト質微細砂	321.7	435.4	230.2	1.40	1.89	26.1					14	0.57			10.40 5.31	65.70~65.80	試料破損
8-27																		"
8-28																		"
8-29																		
8-30	中砂混細砂 (浮石混有)	185.1	263.0	154.2	1.20	1.71	29.6					32	0.78			8.67 4.76	75.55~75.65	
8-31	中泥砂混細砂 (浮石混)	231.8	317.8	178.5	1.30	1.78	27.1					164	1.26			9.28 4.95	76.20~76.30	
8-32	泥混り微細砂	148.4	191.3	97.1	1.53	1.97	22.4					8	0.75			7.58 4.04	81.30~81.40	
8-33	泥混り微細砂	229.2	294.1	147.5	1.55	1.99	22.1					49	0.97			8.29 4.77	81.90~82.00	
8-34	微細砂		284.7	143.9		1.98						2	0.23			9.38 4.41	82.90~83.00	
8-35	微細砂	117.43	223.00	111.84	1.59	1.99	20.4					14	0.22			8.00 4.22	83.90~84.00	
8-36	微細砂		93.71	47.538		1.97										5.84 3.22	84.60~84.70	
8-37	微細砂	236.93	300.01	148.005	1.60	2.03	21.0									8.25 4.78	85.20~85.30	
8-38																		試料破損
8-39	微細砂	256.86	338.10	174.267	1.47	1.94	24					1	0.10			8.67 5.06	88.00~88.10	
8-40	浮石粒混り微細砂	176.1	239.45	129.1	1.36	1.85	26.5					4	0.12			8.23 4.47	88.90~89.10	

表 - 4

番号	岩石名	乾燥重量 g	含水量 g	体積 cm ³	乾燥密度 g/cm ³	湿調密度 g/cm ³	含水比 %	間隙率 %	水飽和度 %	速度 km/sec	動弾性係数 kg/cm ²	静弾性係数 kg/cm ²	破壊強度 kg/cm ²	結合力(粘着力) kg/cm ²	剪断抵抗角 °	形状・寸法 高さ(cm) 直径	採取箇所 m	備考
8-41	浮石粒混り微細砂	175.9	236.87	128.6	1.37	1.84	25.7					2	0.08			7.29 4.74	91.00~91.08	
8-42	浮石粒混り微細砂	125.2	167.10	90.3	1.39	1.85	25.1					2	0.09			7.01 4.05	92.00~92.10	
8-43	浮石粒混り微細砂	166.7	227.69	127.9	1.30	1.78	26.8					9	0.20			6.30 5.085	93.70~93.80	
8-44	細粒砂岩	123.10	164.50	89.1	1.38	1.85	25.2					5	0.09			7.90 3.79	97.80~97.90	
8-45																		試料破損
8-46	微細砂	274.56	355.01	185.6	1.48	1.91	22.7					6	0.19			8.05 5.42	102.50~102.60	
8-47	微細砂	169.31	226.65	121.9	1.39	1.86	25.3					2	0.15			7.60 4.52	104.00~104.10	
8-48	微細砂	246.34	333.80	175.9	1.40	1.90	26.2					4	0.15			8.66 5.09	104.90~105.00	
8-49	泥質微細砂	325.1	419.7	220.9	1.47	1.90	22.5					1	0.06			9.27 5.51	105.90~106.00	
8-50	微細砂	81.03	97.3	52.6	1.54	1.85	16.7					10	0.15			5.70 3.43	122.20~122.30	
8-51	微細砂	95.76	121.2	65.2	1.47	1.86	21.0					2	0.09			6.00 3.72	129.70~129.80	
8-52	微細砂	368.6	474.7	242.6	1.52	1.96	22.4					4	0.39			9.37 5.79	131.90~132.00	
8-53																		試料破損
8-54	微細砂	187.42	368.6	168.6	0.99	1.95	49.1					2	0.12			8.61 5.28	134.70~134.80	
8-55																		試料破損
8-56	微細砂	115.7	146.9	78.8	1.47	1.86	21.2					1	0.09			5.97 4.10	138.00~138.10	
8-57	微細砂	235.4	297.9	154.4	1.52	1.93	21.0					6	0.28			8.09 4.93	140.70~140.80	
8-58	微細砂	124.1	156.2	90.4	1.54	1.94	20.6					2	0.11			6.80 3.88	143.70~143.80	
8-59	砂礫塊混り微細砂			271.9								3	0.08			9.04 6.19	146.00~146.10	参考資料
8-60	泥混り微細砂	412.34	525.6	271.9	1.52	1.93	21.5					42	1.31			9.04 6.19	146.00~146.10	

音 波 探 査 編

(音波探査の解析方法の改善に関する試験調査)

ま え が き

音波探査は、調査海域の地形、地質(海底の段丘、海蝕台などの平坦面：埋没谷などの海底下の地形：地層の堆積状況：断層、褶曲、不整合などの地質構造など)の概略を極く短期間のうちに把握できるため、海底地質調査の第一段階として、以後の地質調査計画をたてる上にも、他の諸調査結果と組合せて更に詳しい地質分布を知る上にも不可欠な調査手段となってきた。特に東京湾海域のように軟岩や沖、洪積の軟弱層が広域に分布するところでは、音波探査による反射面の連続性を追跡することが比較的容易であり、その利用価値は大きい。しかしながら、音波探査では水中放電などにより水面付近で発生させた音波が、反射条件の異なる地層面で反射したものを連続記録して、いわゆる反射パターンの解析から、上述のような地形、地質要素を把握しようとするものであり、この地点地震探査が、岩盤中を伝わる波動の速度および屈折特性から岩盤の性質を推定できるのに反して、岩盤そのものの性質を知ることができない。その上調査地域が海底であるため直接その岩相および岩質を観察しにくいのでその解析に当っては、周辺陸上部でみられる各岩相について、それぞれの反射パターンを想定し、これを海底の地質について記録された反射パターンと比較して、その岩相・岩質などを推定する方法がとられている場合が多い。しかるに東京湾環状道路計画に関して、東京湾口および湾央部の広域にわたる海底地質調査が実施されるにおよんで、その地質と概略の強度分布を求めるために、音波探査で得られた反射パターンを仲介にすることがその精度向上のため非常に有効であることがわかったため、反射パターンとそれに相当する実際の地質との対応性をもっと確実につかむことが必要となった。一連の調査の進行にともなって、海上ボーリング調査や海底露岩地域のドレッジなどが行われ^{*}、両者の対応性を求めるための資料もかなり集積されたため、以上の問題を中心に音波探査の解析方法を改善する上での明るい見通しが得られた。

そこで今年度(41年度)には、東京湾口部で、既に関東地建、千葉県などが実施した地域に一部重複して音波探査を行い、地質構造の方向と音波探査測線の方向との関係を求め、更に周波数範囲の異なる浅層用(高周波)および深層用(低周波)の二種の方法で、同時に探査を行ってそれぞれの長所および組合せによる効果を求めるなど、主として探査方法の改善に関する調査を行うとともに周辺陸上部の地質踏査を合せ行い、別途実施された海上および周辺陸上部のボーリ

* 東京湾口横断道路地質調査報告書(土研資料No173, 1966)調査経過参照

ング調査結果や既存の資料なども含めて、これらの音波探査結果との比較を行って、反射パターンと実際の地質との関連性を追求した。

1 調査方法の検討

I-1. 二種の異なる音波探査方法による同時測定

音波探査には、音源の発生機構とそれに伴う使用周波数範囲の異なる数種の方法が考案されており、測定目的に応じて選択使用されている。

今回の測定では、従来からこの種調査に使用されているスパーカー方式の探査と、特に比較的浅い部分の探査に適するソノブローブ方式の探査とを同時に実施してそれぞれの長所を生かす方法および組合せた場合の効果などについて検討した。

スパーカー方式は、水中放電により音波を発生させるもので、100~4000 C.P.S の周波数帯域をもち、卓越周波数は300 C.P.S 附近にある。可探深度は100 m前後であるが、エネルギーを大きくしたり、周波数範囲を選択したりすることにより、更に深部および浅部の細かい解析なども行え適用範囲が広い。

ソノブローブ方式は、磁歪振動子群を音源とするもので、4 K C 程度の単一周波数の連続波を断続的に発射させるため分解能が良いが、可探深度はせいぜい海底下20 m程度である。したがって海底下の比較的浅い部分を細かく調べる場合に適している。

両者を併用した理由は、特に富津洲南部に広がる水深10 m内外の海蝕台下の地層について、既存のスパーカーを用いた探査結果では、水深が浅いため重反射の影響が強く解析が困難な測線が多い上に、C層⁽¹⁾以浅の軟質層がかなり広く堆積し、その分布状態を詳しく知る必要があったことなどによるものである。しかしながら今回の探査の対象とした上記地域の測定結果では、海蝕台下の地層については、表層部に比較的締った洪積砂質層が存在することが多いためか一般に、発振周波数の高いソノブローブでは海底面での表面反射が強すぎて、それ以深の地層面での反射が良くあらわれなかった。むしろ、スパーカー方式のほうが、発振エネルギー、発振間隔、測定周波数範囲などを或る程度変えられるため、これらの調整に

より重反射を弱くして、浅部の反射を強調することにより、はるかに明瞭なパターンが得られた。

このようにソノブロープの記録のみから解析を行うことは困難であるが、スパーカー解析の補助手段として用いた場合幾つかの利用価値が認められた。

- a. 前述したようにソノブロープでは発振周波数が高くかつ帯域が狭いためスパーカーに比べて指向性、分解能などがはるかに良い。このため数 m の薄い被覆層の有無、凹凸のはげしい地形（特に狭い埋積谷の形態や堆積状況、古東京川など急崖をなす谷壁の形態など）などを細かく知ることができる。例えば図-2では海底面が露岩であることが確認でき、図-3ではスパーカーでは不明瞭な埋積地形の形態がはっきりしたケスタ状地形^{*}を示していることが認められる。
- b. 又ソノブロープでは周波数が高いため音波の透過能力が劣る。このため強い反射面下の地層の性質はよくわからない欠点がある。しかしこのような反射面下の地層は、他に比べてかなり顕著な反射層だけが選択されて現れると考えられるから、スパーカーではほぼ同じ強度で現れる反射面でも、ソノブロープの記録から岩質の相違を推定できる場合がある。前述の図-3は特に反射性能が良い地層が明瞭に記録され、更に間の地層は浸蝕されてケスタ状の地形を示していることが認められることからこの地層は、周囲の地層に比べてかなり硬いものと考えられる。又図-4では小規模な埋積谷が二つ有りスパーカーではその堆積物の異同は区別がつかない。しかしソノブロープの記録では両者に反射性能の違いが明瞭に示されている。

以上いくつかの例をあげて両者の組合せ効果を示してきたように、本地域のようにソノブロープの記録があまりよくないところでも、両者を組合せればその利用価値は大きい。特に沈埋トンネルの掘削、盛土材料の調査など海底下表層の軟弱層が問題になる調査ではこの方法も大いに利用できるものと思われる。又スパーカーに比べて測定機自体も小型軽量で扱い易いため10 m 前後の浅海で、沖、洪積の軟質層も調査対象とする場合にはその併用が望ましい。

I-2. 地質構造の方向の違いによる反射記録の良否

東京湾口に分布する地層に関しては、一般に測線方向を変えることによって、特にある地層が明瞭に記録されるということはないが、水深が浅い地域の微傾斜層の確認、埋積谷堆

* 地層の硬さが異なるために、浸蝕作用の差が生じ、地層の走向、傾斜に支配されて、鋸歯状になった地形。

積物など沖、洪積層の堆積状態、傾斜した累層の地層の構成を知ることなどには、測線方向の選定如何によって解析の難易が異なってくる場合が多い。

(1) 水深が浅い地域の微傾斜層〔例(67)₂ - (72)₂₀₋₂₁ 測線〕

本調査地域には前述したとおり、ほぼ水深10mの海蝕台が存在する。そのうえ、洪積層下の第三紀層の傾斜が非常にゆるいため、海底部の水平に近い反射面の重反射のために、どうしても地層と重反射記録とが区別しにくくなり解析がむずかしい。このため今回の測定では、船をはやくはしらせ、水平距離と深度との縮尺比を強調させる方法と合せて、既存の音波探査、地表踏査、ボーリング調査などから推定された走向方向に直交する方向に測線をとって、できるだけ地層の傾斜を大きく表現するように努めた。この結果数地点で、特に上部層との不整合面を確認するなどの成果が得られた。(図-11)

(2) 埋積谷堆積物など沖、洪積層の堆積状態〔例(105)₂₅ - (67)₈ 測線〕

第三紀層など、構造運動を受けた地層を不整合に覆う比較的新しい時代の堆積物中には、埋積谷などの埋積された地形が存在したり、堆積時期を異にする堆積物が、重畳している場合が多い。そしてこれらの不連続面は一般に各不連続面毎に異なった走向傾斜をもったり、その面が凸凹であったりするため、これらの堆積状態を把握するためには、方向の異なる測線が、できるだけ密集していることが望ましい。又これらの不連続面にわずかな傾斜がある場合にも、(1)と同様に反射面をとらえる意味で方向性がきいてくる。今回の測定では、0層以浅の地層の分布を更に詳しく求めることを一つの目的としたため昭和38年度に実施した音波探査では充分な解析ができなかった富津州南部海域で、前述した目的と合せて既存測線と方向の異なる数測線を得た。この結果幾つかの明瞭な不連続面を確認することができ、今後のボーリング調査によって、工学性も含めた細かい岩質区分ができる見通しがついた。(図-12)

(3) 傾斜した累層の地層の構成〔例(67)₁₁ - (68)₁₁ 測線〕

第三紀の砂泥層を主体とする傾斜した地層に関しても方向のちがいににより特に或る層が明瞭に記録される傾向は認められないが、傾斜層中に礫層などの散乱性地層がはさまれている場合、記録された反射面の傾きの緩急によって下位層の反射面の良否が左右される。そして当調査地域の地層に関しては、傾きが或る程度急な方が下位層の構成がわかりやすい場合が多い。(図-13)

II 反射パターンと地質との関係

II-1. 周辺陸上部地質踏査

東京湾々口部で実施した音波探査の反射特性とそれに対応する地質との関係を調べる一手段として、三浦、房総両半島の東京湾に面した海岸地帯の地表部の地質調査をおこなった。両半島にひろく分布し、かつ、湾口部において、基盤岩をなすとみられる上総層群^{*}の一般的な地質調査のほか、附近で実施したボーリング調査及音波探査結果との比較上、なるべくこまかい層序を明らかにし、精密な標準的な柱状をとることを主たる目的とした。

はじめに、ほぼ全域の主要なルートを一概査して、露頭の状態、分布する地層、鍵層、だいたい地質構造などを知ったうえで、模式柱状をとれるような南北方向の何本かのルートを選定した。野外では地層の層厚はcm単位で実測し、岩相、色、硬さ、化石含有物その他の事項を各単層ごとに記録して、1/1000の縮尺で、地質柱状図を作成した。さらに主要な露頭においては、同様な作業をつづけ、おもに火砕岩質の鍵層で、各柱状をたて、横につなげて調査地域全域の層序および構造を知ることにつとめた。得られた資料は1/10,000露頭位置図、1/5000地質柱状図、1/25,000地質図、および1/25,000地質断面図にまとめた(図-14~24別図)。鍵層にとほしく、そのうえ不連続に露出しているような地層では、マッピングとレベリングをして、地層の全層厚を推定した。

調査した範囲は、上総層群に属する各果層の模式となっているところで、できるだけ各層準の模式柱状が観察できるところをえらんだ。

三浦半島では、横浜市磯子区富岡から南の金沢文庫までの京浜急行線以東の海岸地帯と、その南西の金沢区釜利谷から鷹取山の北斜面をとおって追浜、浦郷にいたる地域の南北10km、東西1~3kmの範囲である。さらに、横須賀市の沖にある猿島と三浦半島の北東端にある、大津~走水~観音崎間の海岸側の丘陵斜面をふくめた。

房総半島側では半島中央部、君津郡富津東方の三舟山一帯を北限とし、南へ大佐和町佐貫周辺、天羽町湊周辺をへて竹岡にいたる、海岸にそった南北約13km、東西2~8kmの地域である。とくに上総湊から磯根岬間の地域はくわしく調査を行った。

* 海底部のD~G層に相当

II-2. ボーリング地質調査資料

音波探査の反射面が実際にどのような地質に相当するかがわかれば、本地域の軟岩に関してはその岩相と工学的諸性質がかなり良く対応することが認められているため^{*}、ボーリングコアなどの諸試験から得られた工学性の分布を反射パターンを仲介にしてかなり広域にわたって知ることができる。このためにはどうしても音波探査測線上で、海底ボーリングを行って両者の比較をする必要がある。東京湾口部に関しては、東京湾環状道路調査の一環として、既に関東地建によって昭和41年度までに、海上および周辺陸上部において、掘削深度100~250mのボーリングを8本行い、地質の肉眼観察、コアの諸室内試験、物理検層、孔内変形性試験などの諸調査を行ってきた。又この他に、周辺陸上部に、物理検層の解析のために土木研究所が実施した掘削深度30~50mのボーリング5本、千葉県が41年度に実施した100mのボーリング1本などの資料が得られている。これらのボーリング地点は、音波探査との比較がしやすいように、あらかじめ昭和38年度に関東地建などが実施した音波探査の測線上または陸上へ測線を延長した地点で実施されたため反射面との対応性を求めるための資料をかなり集積することができた。そして反射記録が悪いものについては今年度実施した音波探査により補足した。

ボーリング結果から反射面と地質との対応性を求めるに当っては、まず両者の深度補正をする必要がある。これは、音波探査の反射面の深度は、記録紙上には、水中で発振された音波が岩盤中に入り、その反射面で反射された後再び岩盤、水中を伝播して受振器に至達するまでの時間として（即ち深度は時間軸として）表現される。従って反射面の実際の深度は、音波が水中および岩盤中を伝わる速度がわからなければ求められないため、一般には便宜的に岩盤中の音波伝播速度は、海水のそれ（約1.5 km/sec）とほぼ等しいと仮定して、記録紙上に深度目盛を記入してある^{**}。このためボーリングで得られた真の深度と反射面の深度とを比較する場合には、岩盤の音波伝播速度をなんらかの方法で求めて、反射面の真の深度を求めなければならない。この方法には、地震探査、音波検層、コアの超音波伝播速度測定などが用いられる。ここでは、後二者の結果から岩盤中の音波伝播速度を求めた。この結果ここでは、主として音波検層結果を参考にして後にのべる岩相区分中、A~B層については1.6~1.7 km/sec、C~E層に関しては1.80 km/sec、それ以深では1.85 km/sec程度の値が平均値として求められた^{*}。

* 参考文献(1)、および地質調査編

** 図-2~13のスピーカ記録では目盛間隔25m、ソノブローブ記録は全長50mである。

反射面と実際の地質との比較は、ボーリング柱状図、物理検層、コアの室内試験結果などを用いて行われた。

本地域のような軟かい地盤では、特に砂質層のコア採取がむずかしいため、直接地質を知ることができる利点はあるがボーリングコアの肉眼観察だけからは、反射面に対応する細かい岩相の変化を追跡することはむずかしい。この点物理検層は、間接的ではあるが孔壁の地質を連続した物理量として表示でき、特に速度検層は上述の深度補正の他に、各層の速度値の変化を連続して求めることができるため、反射面の形成に関する、地層の音響インピーダンス（密度×速度）の差に比例した曲線を得ることができ、コアの観察結果と合せて、反射面と地質の関係を求める直接の仲介をなす。又後述するように本地域では電気検層の比抵抗曲線も、速度検層曲線とかなり良好な対応性を示し岩相の変化を敏感に表現できる。このため個々の顕著な反射面と実際の地質とを対応づけるためにはこれらの検層がぜひ必要であり、反射パターンの連続性を追求して隣接地点の地質柱状図との対比を確実にする上にも物理検層のなす役割は大きい。またコアの室内試験値に関しては、超音波伝播速度、密度など主として深度補正、音響インピーダンスの変化などに関する補足資料を得る目的の他に、前述したようにして地質との対応性が得られた反射パターンの概略の強度を知って、その括弧を追求することに用いられる。

II-3. 海底部露岩地域ドレッジ

露岩地域の底質採取は、採泥器で海底を数10mひっかき、海底面の小突起をかきとって採取された岩片の観察から直接海底の地質を知ろうとするもので、採取地点の位置の決定がやや不明確であること、採取された小岩片からその附近の地質を判断しなければならないことなどの欠点はあるが、簡単に広範囲の海底の調査が可能であり、海底に岩石が露出している場合、特に海底に分布すべき地層の岩相がほぼ予知されている場合には効果が大きい。本調査地域には音波探査、既存の底質図などからかなりの露岩地域の存在が認められており、陸上部地表踏査、音波探査などから海底の岩相についてもかなりの推定がなされていたため、底質採取の効果が期待されたので40年度に実施された。

調査海域は横須賀港防波堤灯台～富津洲を結ぶ線を北限とし、久里浜千駄碑～金谷を結ぶ線を南限としており、この海域内で前述の資料に基づいて重点的に底質の採取を行った。

（詳細は東京湾口横断道路地質調査報告書 1966参照）

II-4. 各地層区分毎の反射パターン

(1) 昭和40年度の報告で、ボーリング調査、地表地質調査、音波探査などの結果を総合して、東京湾海底部の地質を岩相、工学的性を考慮したA～Hの地層群に区分した。
ここではこれらの分布に関する精度を向上するために前述(II-1～3)の資料に基づいて、これら各層の地質とその反射パターンとの比較を試みることにする。なおボーリング調査およびドレッジの結果は文献(1)、および地質調査編を参照していただきたい。

(1) A, B層(沖, 洪積層の反射パターン)

湾口部におけるA, B各層は分布が不連続であったり、富津洲周辺の極く浅い部分に分布するためその反射パターンのみから何層に属するか推定することがむずかしい。

しかしながら沖, 洪積層が発達する湾中部(川崎～木更津間)においては、地層は良く連続し、しかもほぼ水平層が一様に堆積しているため、音波の伝播特性が平面的にかなり広範囲にわたってほぼ同じであると考えられる。このため第三紀層などの傾斜層にくらべて特徴ある反射パターンの追跡ははるかに容易であり、ボーリング調査結果との対応もつけやすい。

図-5は東京湾中部(川崎～木更津間)の音波探査記録と測線附近の海上ボーリング調査結果(地質柱状図および標準貫入試験)とを比較したものである。本地域の地層は、最上部にヘドロ層が堆積する沖・洪積層からなり音波探査の反射パターンから図に示したようにイ～への地層に区分することが出来る。沖・洪積層の場合には、地層はほぼ水平に堆積しているため、重反射を出来るだけとりのぞくように、発振エネルギー、周波数範囲などを選ぶことにより、上層部に礫層などの散乱源が存在しない限り各反射パターンの追跡が比較的容易である。そして各区分毎の岩相はボーリング柱状図と比較してみると、

1層はN値10以下のヘドロ層で、反射パターンが全体として白くぬけるのは音波の吸収が大きいとみられる。1層は明瞭な反射面を境に上, 下2層に区分されボーリング柱状図の岩相と比較すると上半部は腐植物を伴う粘土層が主体で、下半部はやゝ粒度が荒い粘土質シルト層からなるものと考えられる。

2層は層内に凹凸のある比較的にはっきりした連続性をもつ反射面が存在し特に上面の反射面は明瞭である。岩相は細質層をはさむシルト層が主体でN値は10～30程度である。

3層には著しい偽層構造が認められる。ボーリング資料からは下部に部分的に礫層を伴う砂質層であることがわかる。ボーリングコアからは不覚乱試料が得られていないため偽

* 地質調査編参照

層構造は確認できなかった。N値は30~50である。

ホ層は全体として、比較的鮮明な反射面をもつパターンを有し、比較的均一なシルト層と考えられる。N値は20~50程度である。

ヘ層は比較的起伏に富む平行パターンを示し、顕著な連続性がある何本もの平行の反射面を示している。岩相はシルト質砂から砂でN値が50以上の締った地層である。

イ層については50mまではN値5以下でそれより浅所に反射面として考えられる境界は認められないが、反射記録では顕著な反射面が認められる。ボーリングコアの粒度試験結果から深度4.0m以深より砂が含まれる。一方含水比は120%から急激に減少している、この深度と反射記録上の深度とが一致しており、砂がかなりの反射面となるのではないかと考えられる。

又、図の測点9と10の間から10よりにかけて海底直下に乱反射層が認められ、それ以深の各層がマスクされ、ボーリング地点で、これらイ~ヘ層がどのように変化しているかは不明である。しかしながら各層の境界をなす明瞭な反射面は乱反射層下でもかろうじて存在することが認められ、それを延長したところにあるボーリング柱状図の岩相がそれぞれの境界に良く対応し、反射パターンから推定される岩相とも一致していることから考えて、各層はこのまゝの状態でもボーリング地点まで連続しているものと思われる。この乱反射層に関しては、双曲線反射波形を示す反射記録から考えて、音波の散乱による乱反射であると考えられるが、試錐資料によると記録上の海底下深度5m程度に、散乱形状を示す物質は貝殻および貝片がシルト内に散乱している程度で音波エネルギーを散乱させるほどの物質ではなく、その究明は今後の調査に待つところが大い。

(2) C, D層以下の反射記録

一般に構造運動をうけて傾斜している地層の反射パターンに関しては、その浸蝕面が凸凹である上に、浸蝕面上の堆積物の堆積状態、岩相などが、それぞれ違うため波の反射、散乱、吸収などの影響が異なり、地層が傾斜しているため、ある地層（例えば礫層のような乱反射層）下の反射パターンが、その上位層によってマスクされる部分についても反射パターンが大きく異なるため、(1)の各層のように一様なパターンが得にくい。しかしながら以上のような条件がほぼ同じ場合には岩相の特徴に対応する特有の反射面が現れる。

図-6は、No 4（第一海保南海上）ボーリング地点を通る測線上の記録で、同時にNo 4ボーリングの地質柱状図、電気検層の高比抵抗の部分（砂~礫層に相当）を抜出したもので、地盤の音波伝播速度を1.8 km/secとして深度補正を行ったものである。

音波探査結果から、ボーリング地点では、それぞれほゞ 5 m, 20 m のところに浸蝕面が認められる。そしてボーリング結果と比べると最上部の白く抜ける部分は砂質泥でやわらかく、A層に相当する。それ以深 20 m までは砂泥互層からなる、かなり硬い地層でC層に相当し反射面のはっきりした水平層であり、この浸蝕面下の地層については最上部に黄褐色の風化帯が存在する。又明瞭な反射面が存在する部分と、電気検層の高比抵抗値が密集する部分とがかなり良く対応していることが認められる。ボーリング資料から地層区分を行うと図のようになる。又特に D₂ 層と D₃ 層の境界の顕著な反射面群は、かなり広域に拡がっており一種の鍵層としての価値も大きい。

図-7は被覆層が薄いため下の地層がはっきり記録されたもので図-6に示した部分と同じ地層である。これを図-6の地質柱状図と比較してみると、D₃層はかなり塊状の地層で電気検層にもほとんどピークが現れず反射パターンの傾向と良く一致する。これに反しD₂層は検層曲線もはげしく変化する全体としては砂がちな地層であり、反射パターンもかなり明瞭な反射面が多い。ボーリングでは得られない実際の成層状態を把握するため更にこれを陸上部に対比した結果を露頭写真で示す。

図-8は火砕質のG層と非火砕質のF層(主として砂質泥岩)以浅の地層との境界の反射パターンを確認するために、昭和40年度に実施したドレッジの結果を用いて、41年度の音波探査でこれを確認するに都合の良い測線をと、両者の関係を追求したものである。図の矢印の位置はその附近で、底質採取を実施したことを示し、その時得られた試料の岩質を矢印の上方に記入したものである。この結果非常に顕著な平行状反射面群をなす地層群の境がF層とG₁層の境界であることが確認された。

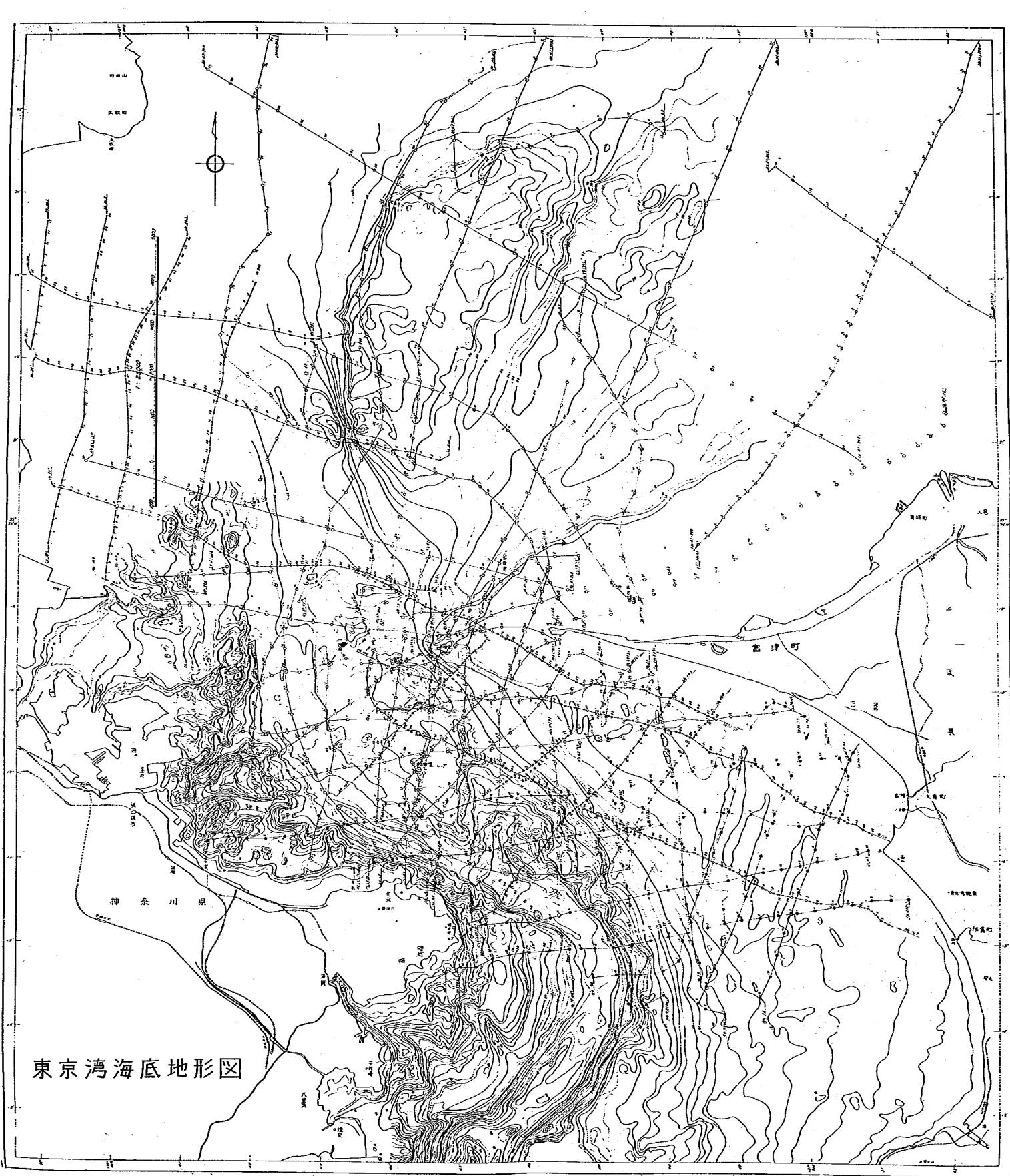
図-9は図-8と同じ地層で反射パターンの見易い測線を示したもので磯根岬で実施したNa6ボーリング資料および房総側陸上部の地表踏査結果と対比すると、G₁層は火砕質砂岩と泥岩の細互層であり、F層は砂質泥岩で比較的塊状、E層は極細かいラミナを有する細砂、泥互層であり、この測線沿にはボーリング資料はないが、ドレッジ結果とも合せて両者の対応性はほゞ確実なものと思われる。

図-10はG₂層とH層の反射パターンを示したもので、観音崎の地表踏査結果と附近海上を通る音波探査測線とを組合せて各層の反射パターンを確認するとともに、観音崎で土木研究所が実施した50mのボーリング調査結果をも参考にした。この結果観音崎附近の地表露頭では火砕質砂泥細互層のG₂層から徐々に泥が多くなる漸移帯をはさんで、所々にうすい(10cm内外)砂層がはさまれる泥岩に移行する。これを走向方向に延長させ

ると、ここに揚げた測線 69 にぶつかり図に示した反射パターンを示し陸上部の傾向と一致する。又 G₂ 層のボーリングで行った速度検層について、そのピークだけをとり出してみるとほぼ図に示した反射面の細かさに対応する変化を示し、速度検層曲線との対応性はここでも認められる。

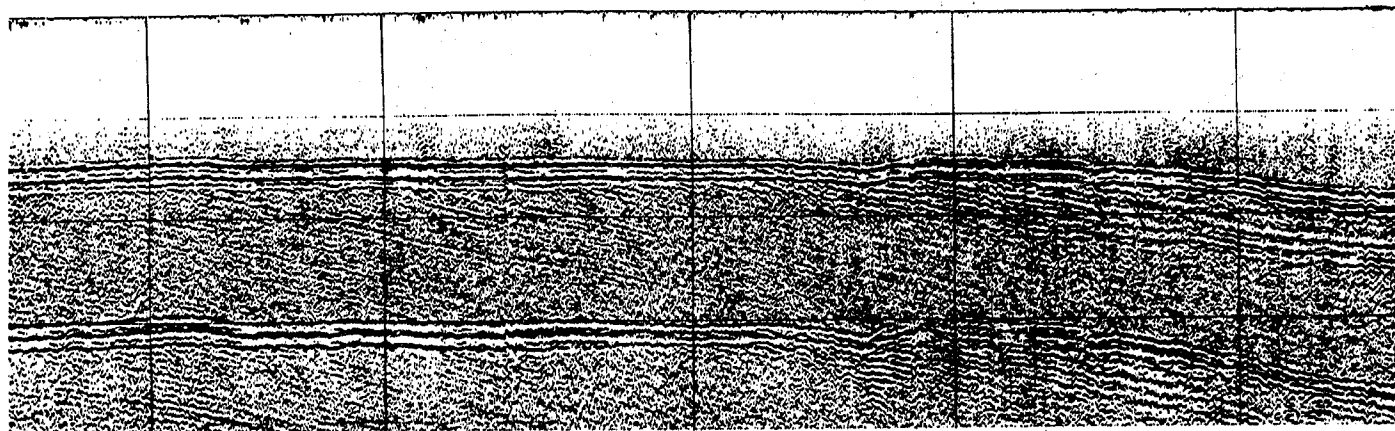
参 考 文 献

- (1) 東京湾口横断道路地質調査報告書 土研資料 No 173 1966 土木研究所

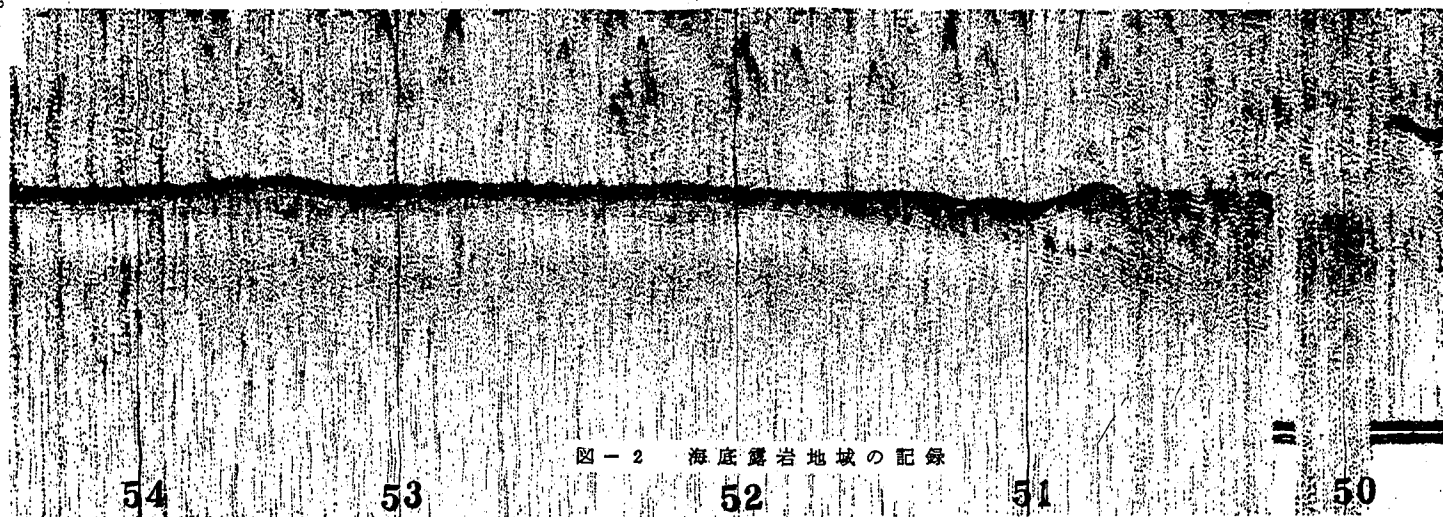


東京湾海底地形図

音波探査測線図 (101-107, 201-207 測線: 41 年度実施)



20 21 22 23 24



54 53 52 51 50

図-2 海底露岩地域の記録

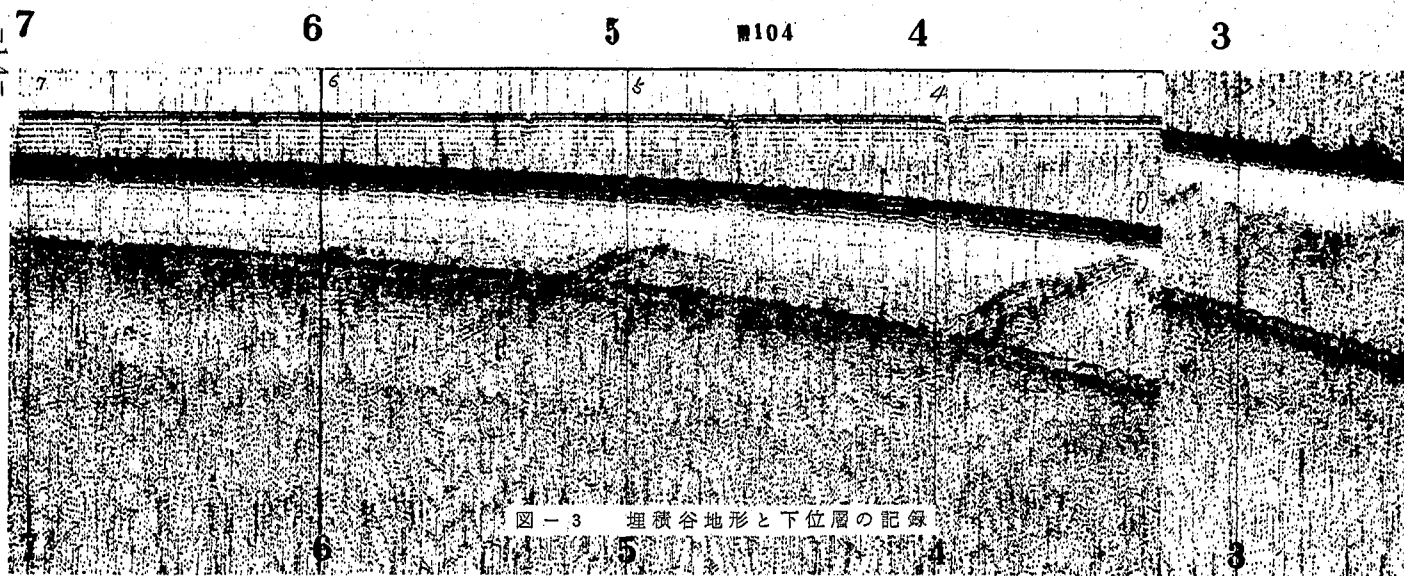
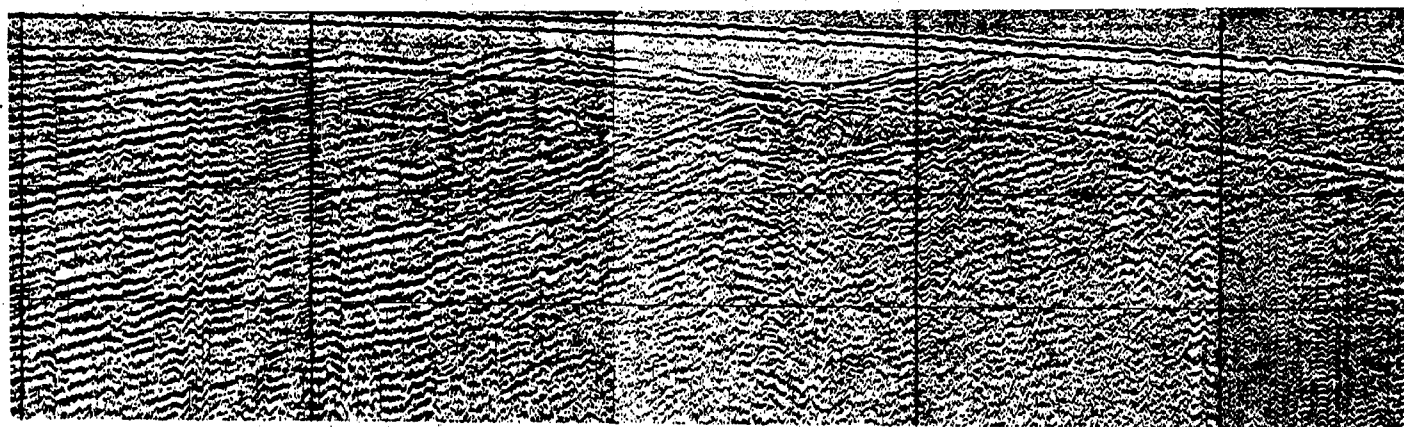
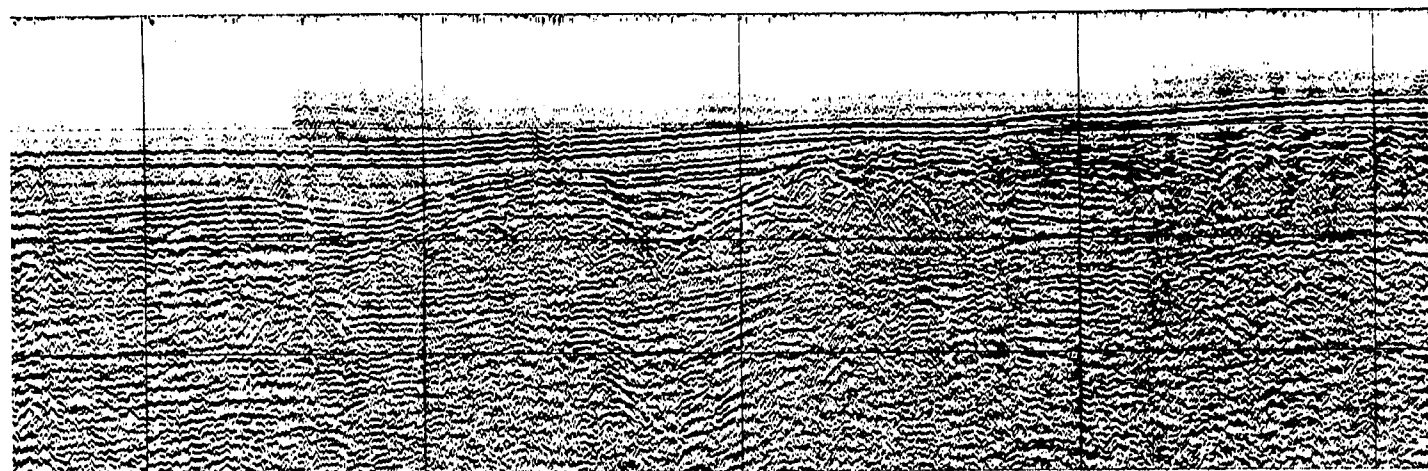


図-3 埋積谷地形と下位層の記録



38

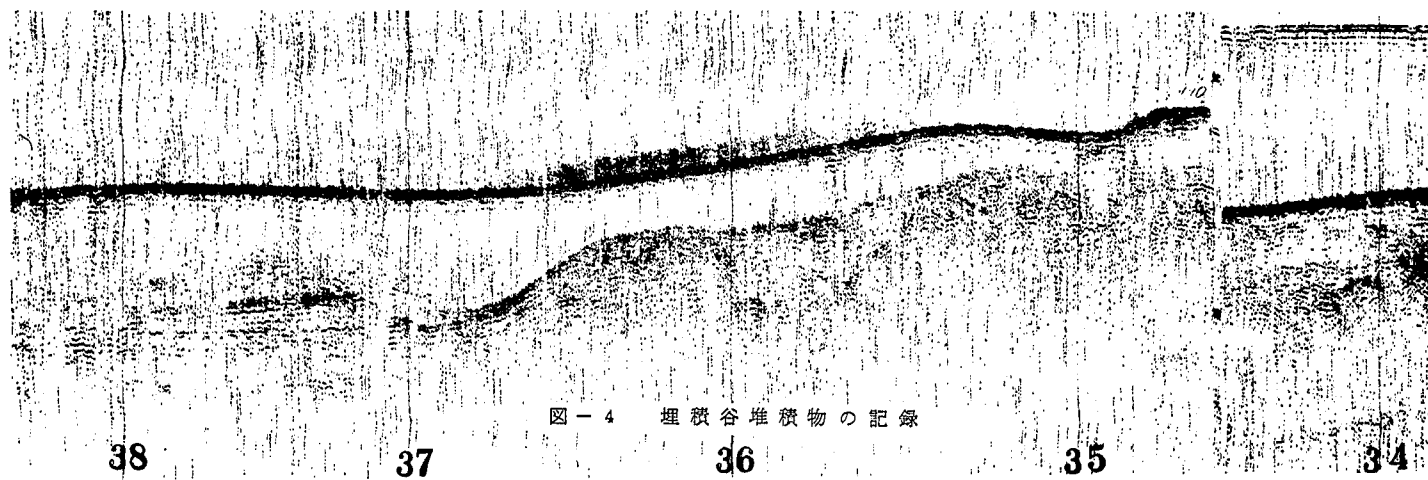
37

36

101

35

34



38

37

36

35

34

図-4 埋積谷堆積物の記録

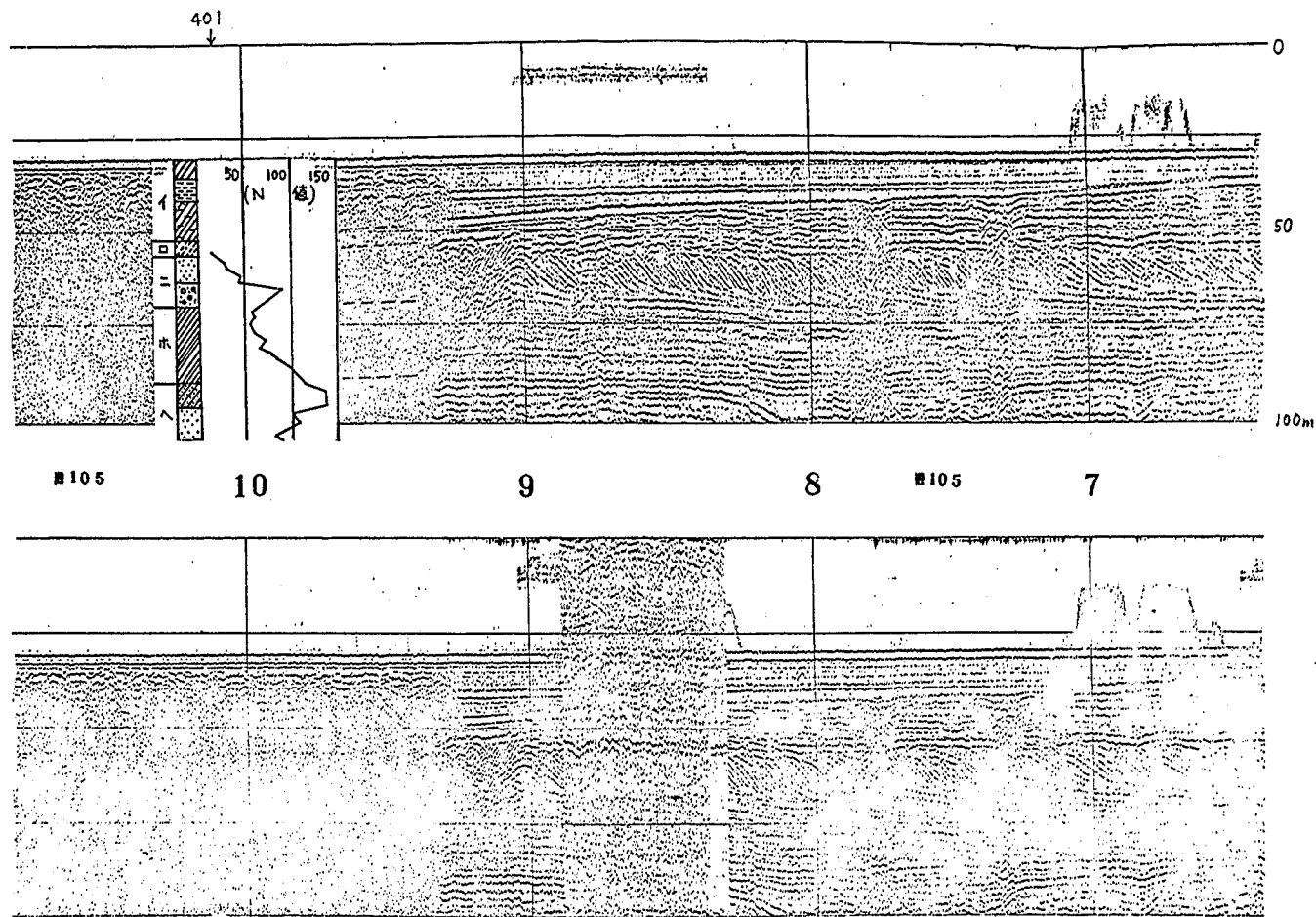


図-5 沖，洪積軟質層の反射パターンのボーリングによる確認

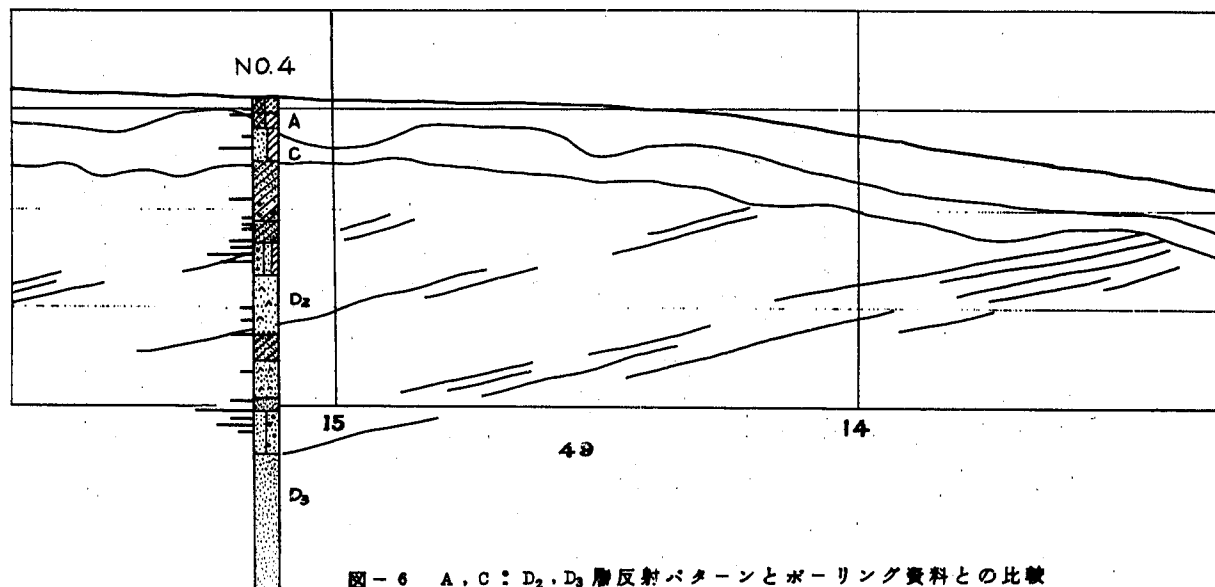
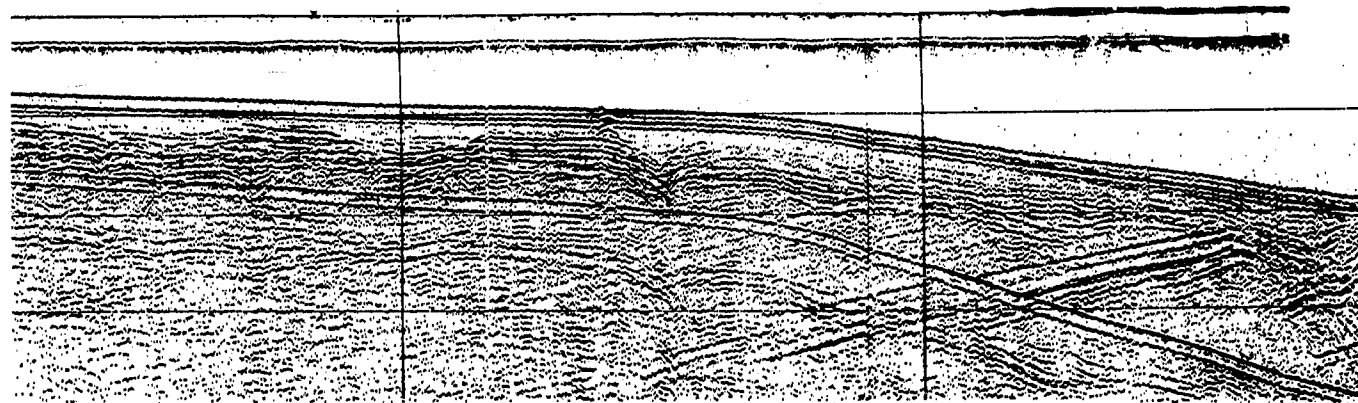
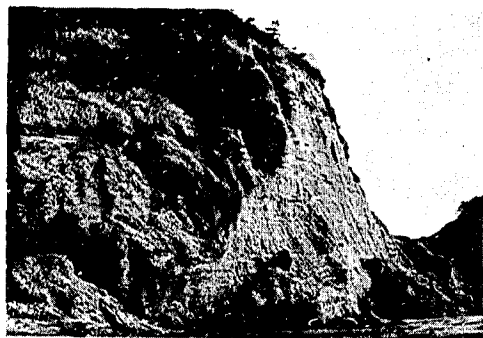
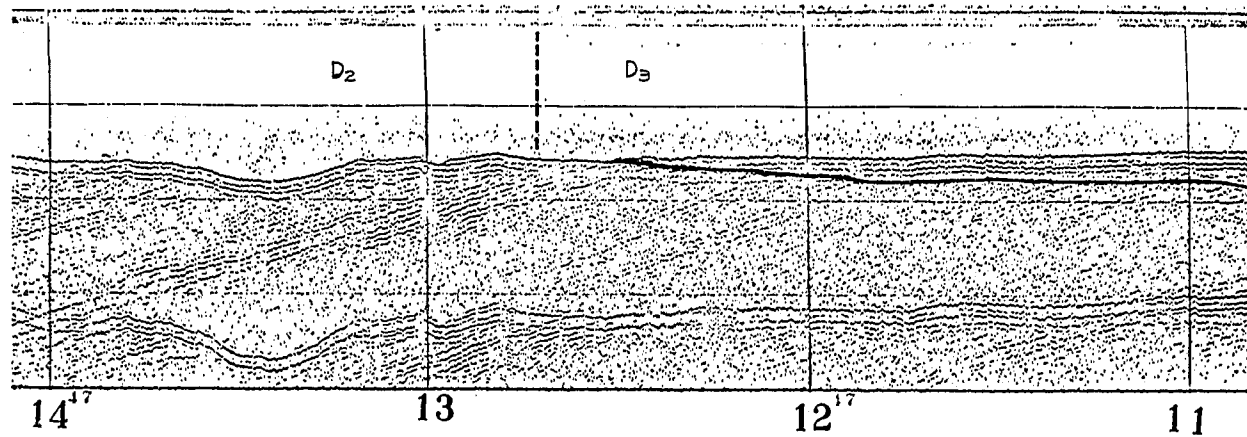
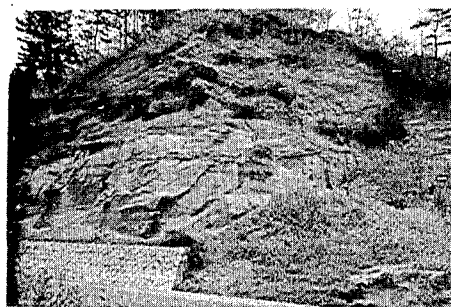


図-6 A, C : D₂, D₃ 層反射パターンとボーリング資料との比較



D₂ 層



D₂ 層と D₃ 層境界

図-7 D₂ D₃ 層 反 射 パ タ ー ン

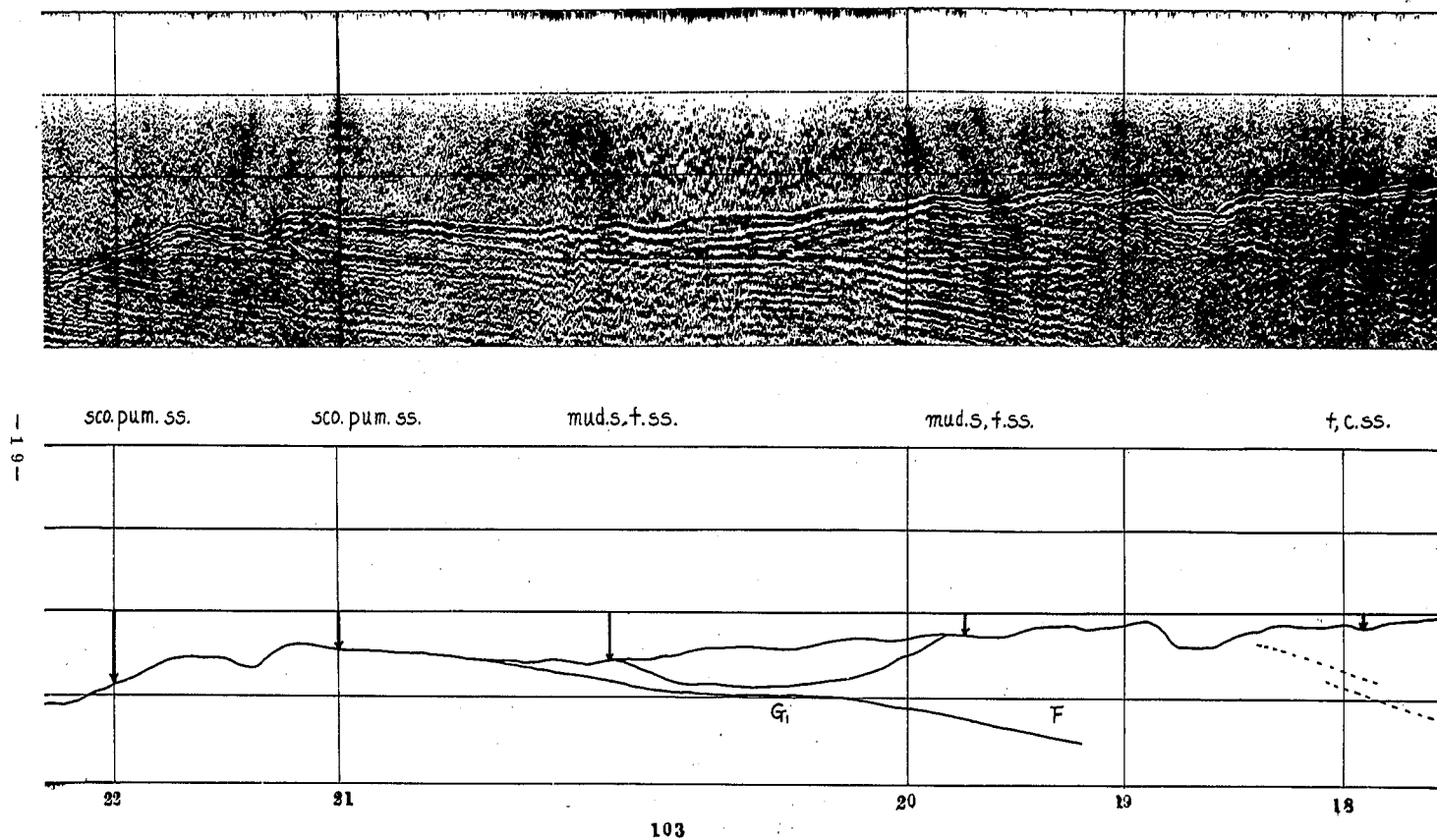
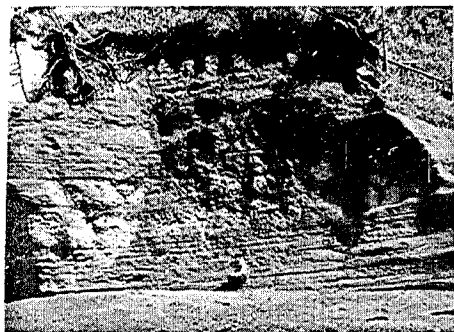
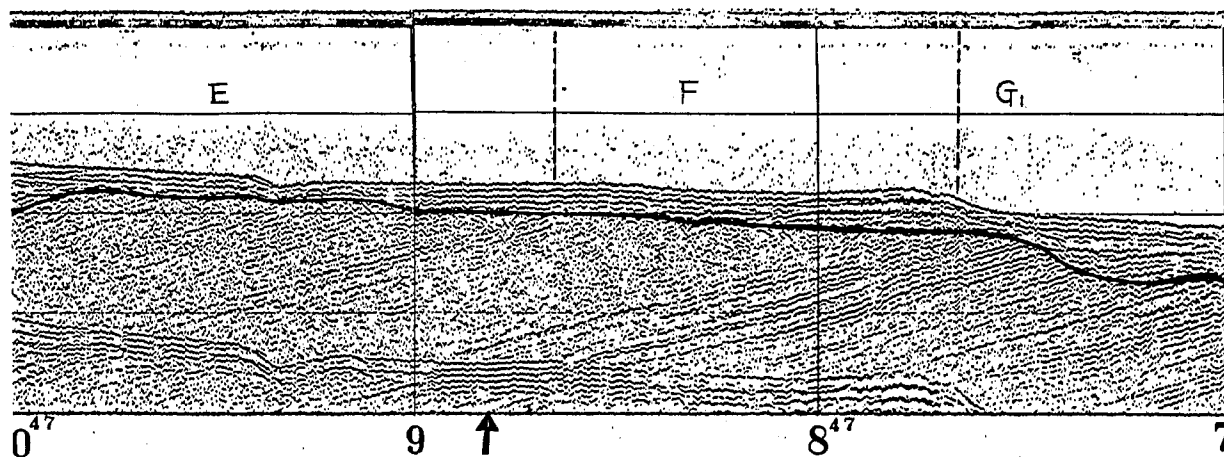
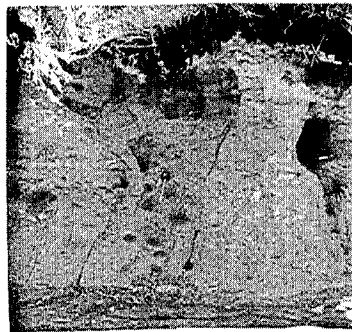


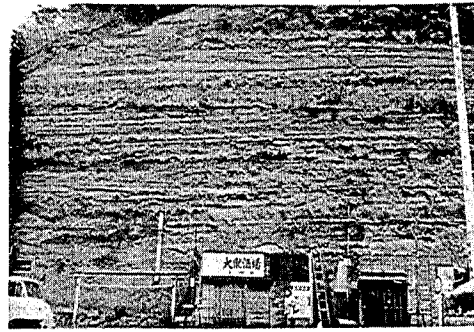
図-8. F.G 層の反射パターンのドレツヂによる確認



E 層



F 層



G₁ 層

図-9 E・F・G 層 反射パターン

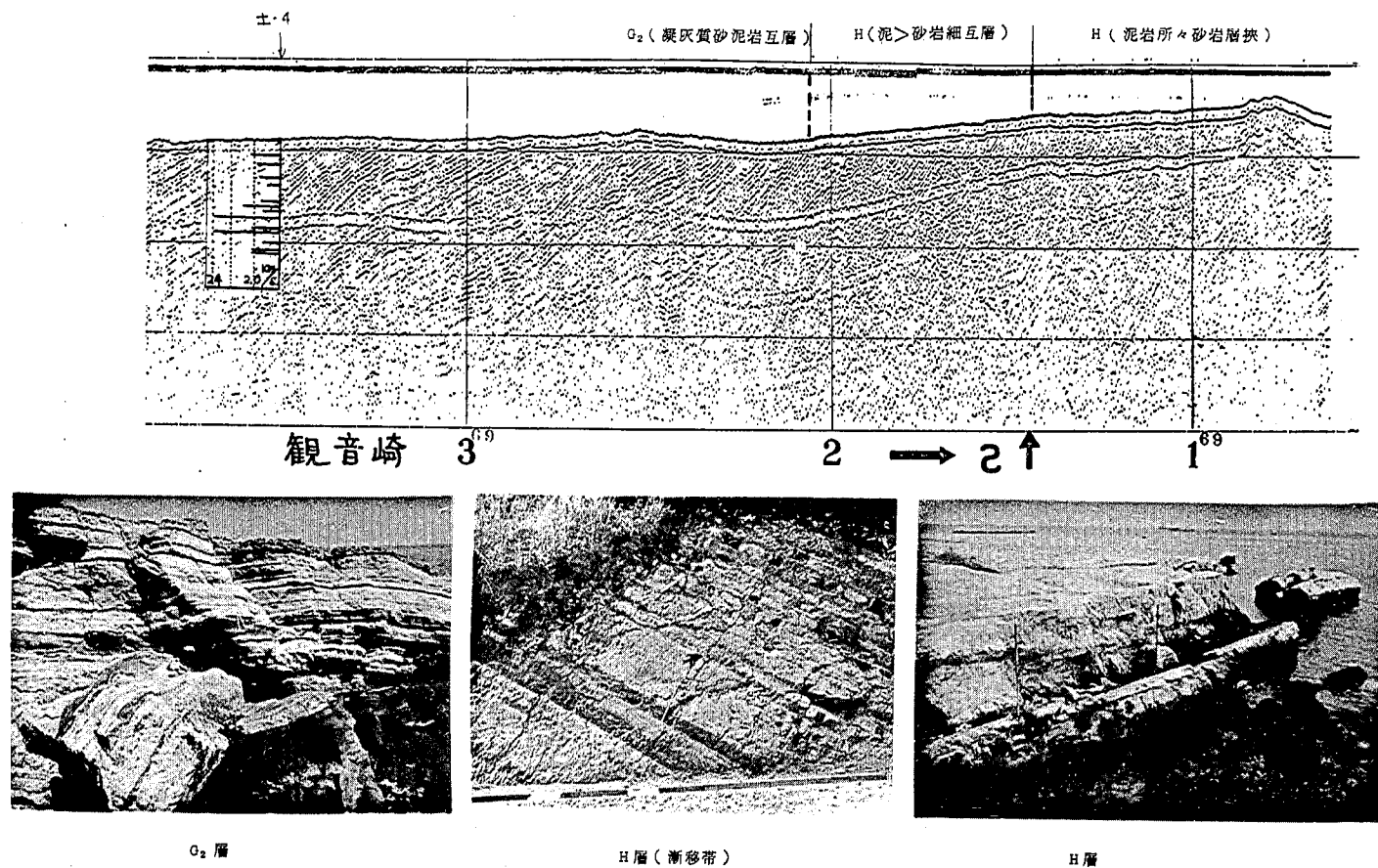


図-10 G,H層反射パターン(地表踏査及ボーリングによる確認)

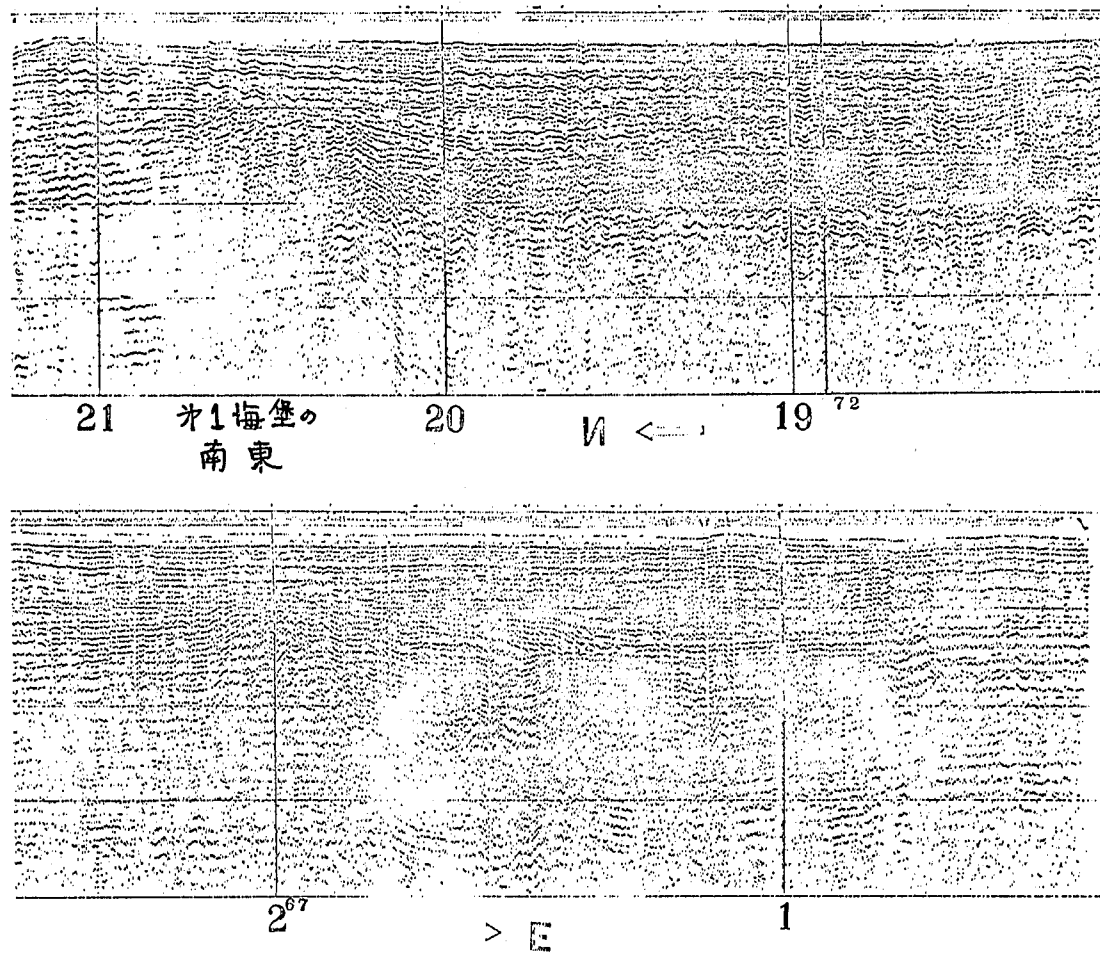


図-11 水深が浅い地域の微傾斜層

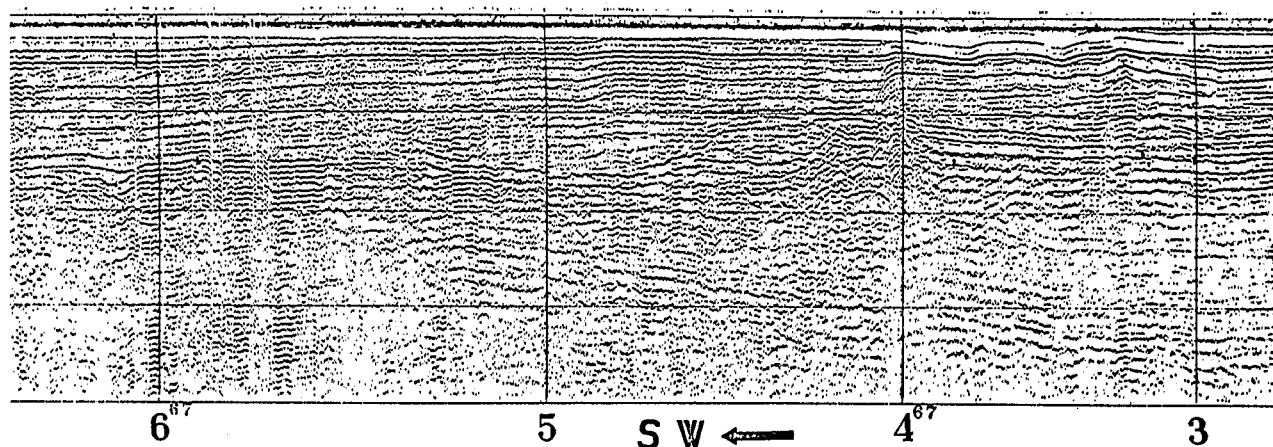
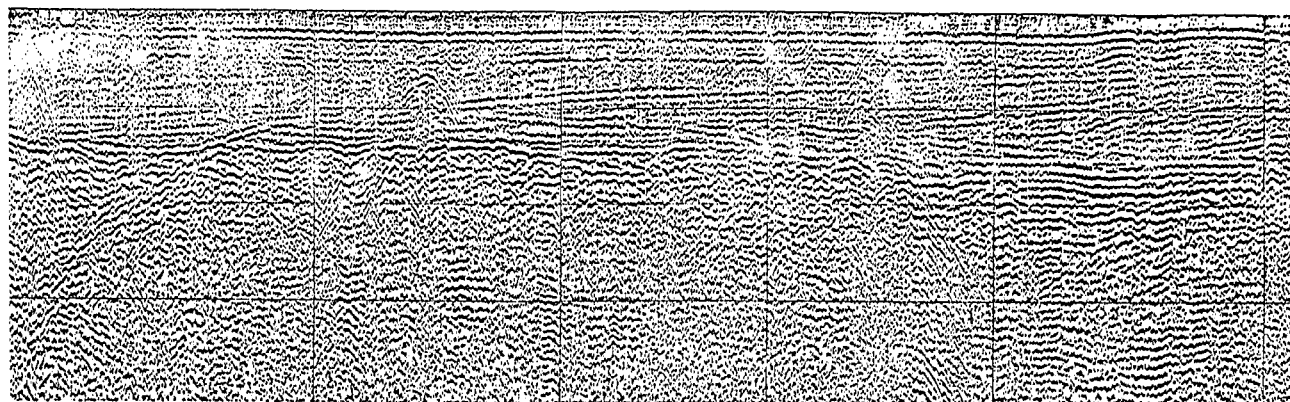
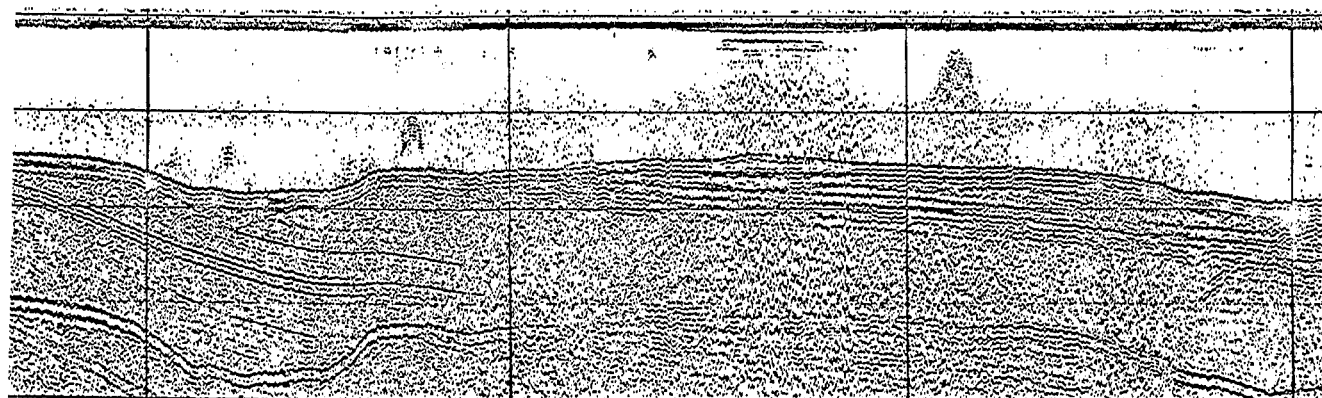


図-12 埋積谷堆積物など沖洪積層の堆積状態

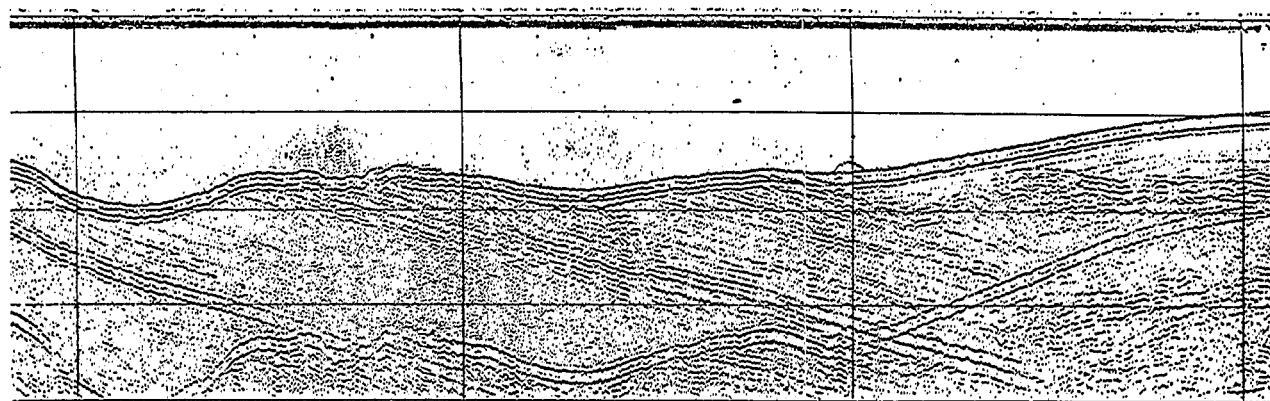


12 米3海盆 68 の東

No. 4 mp8

10 63

No. 66 #11



12

11

10 67

SW ←

9

図-13 傾斜した累層の地層の構成

地質柱狀圖岩相凡例



粘土



淤質粘土



泥



砂質泥



泥質砂



泥質微細砂



微細砂



細砂



中砂



粗砂



礫



火碎物質



凝灰岩



貝化石



植物化石



腐植物



砂混泥



泥混砂



泥交互



砂交互

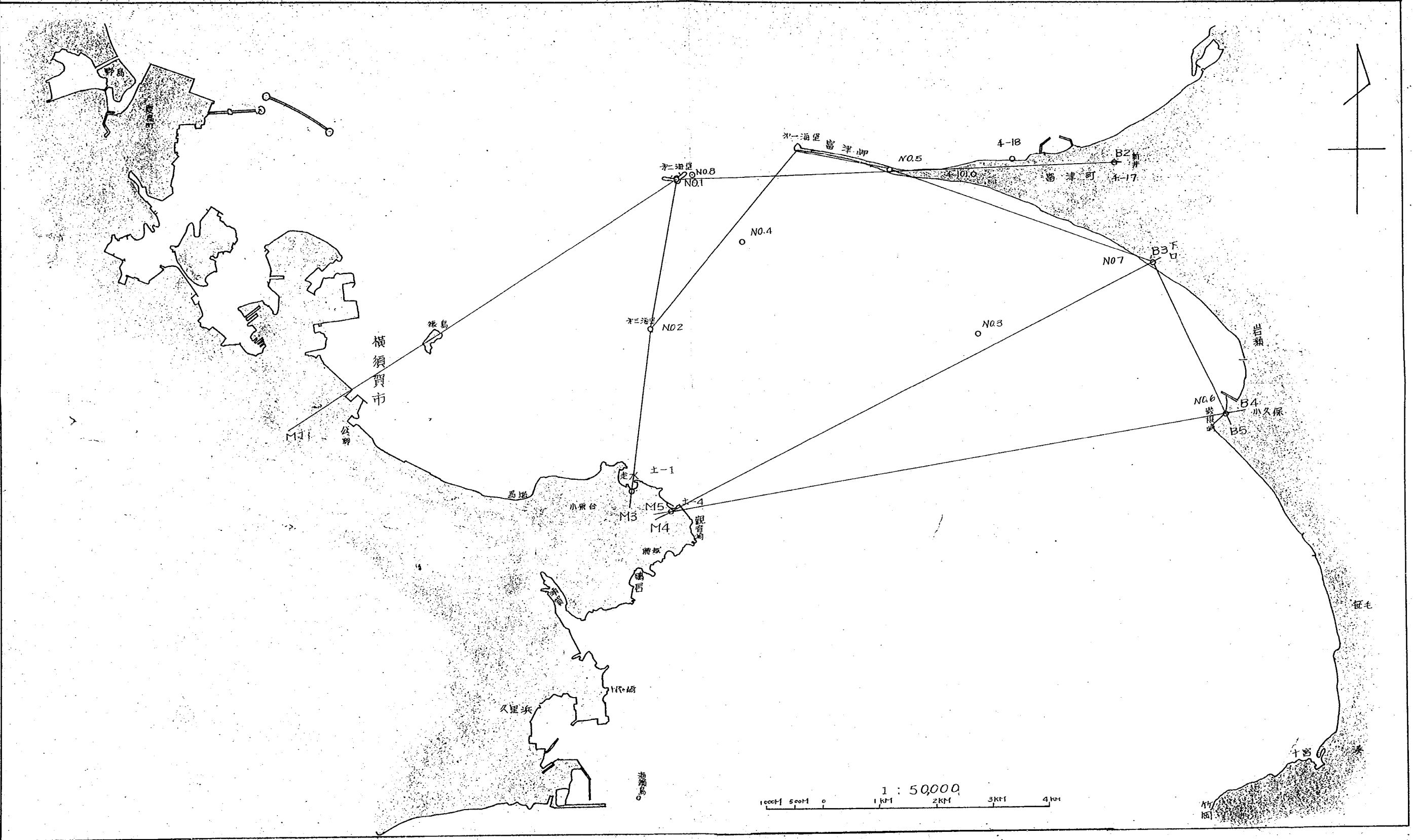


砂、泥互層



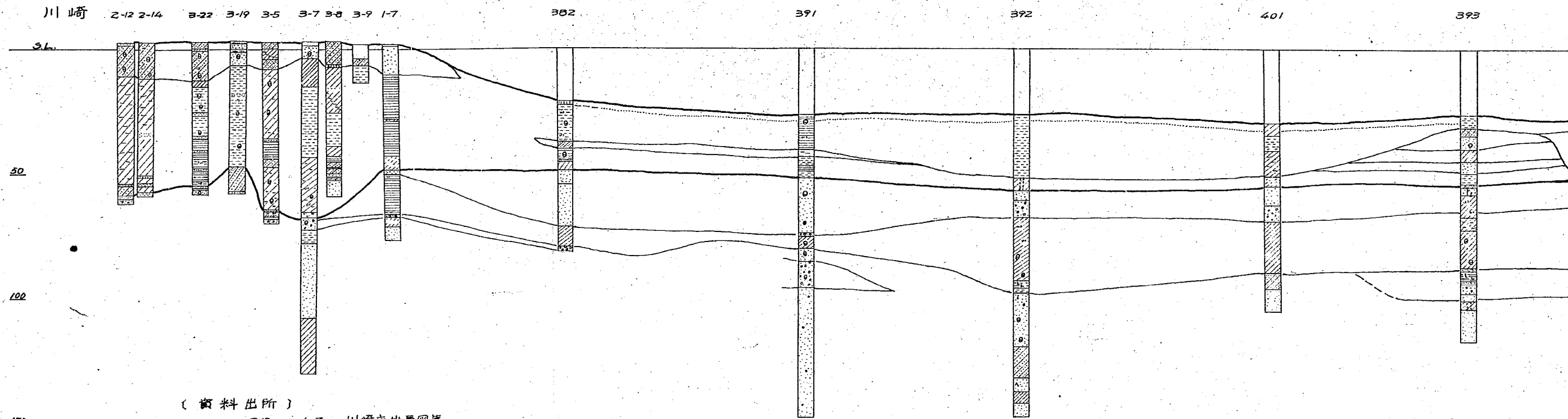
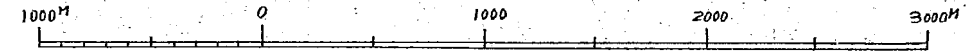
固結砂

東京湾口地質断面位置図



川崎 - 木更津間断面図

Scale : 1/25,000 (horizontal) , 1/2,500 (vertical)



(資料出所)

- 2-12 ~ 1-7 川崎市地質図集
- 382 ~ 402 東京湾土質調査報告書(運輸省=港湾)
- K-10 ~ K-11 木更津地区ボーリング調査書(千葉県)

面四

Scale : $1/25,000$ (horizontal) , $1/2,500$ (vertical)



392

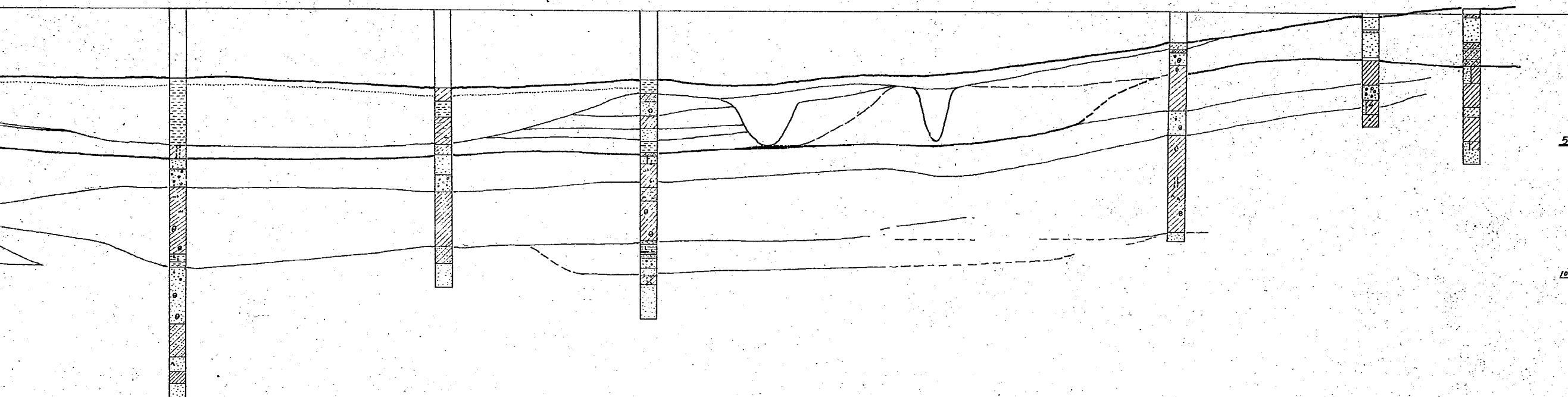
401

393

402

K-10

K-11 木更津

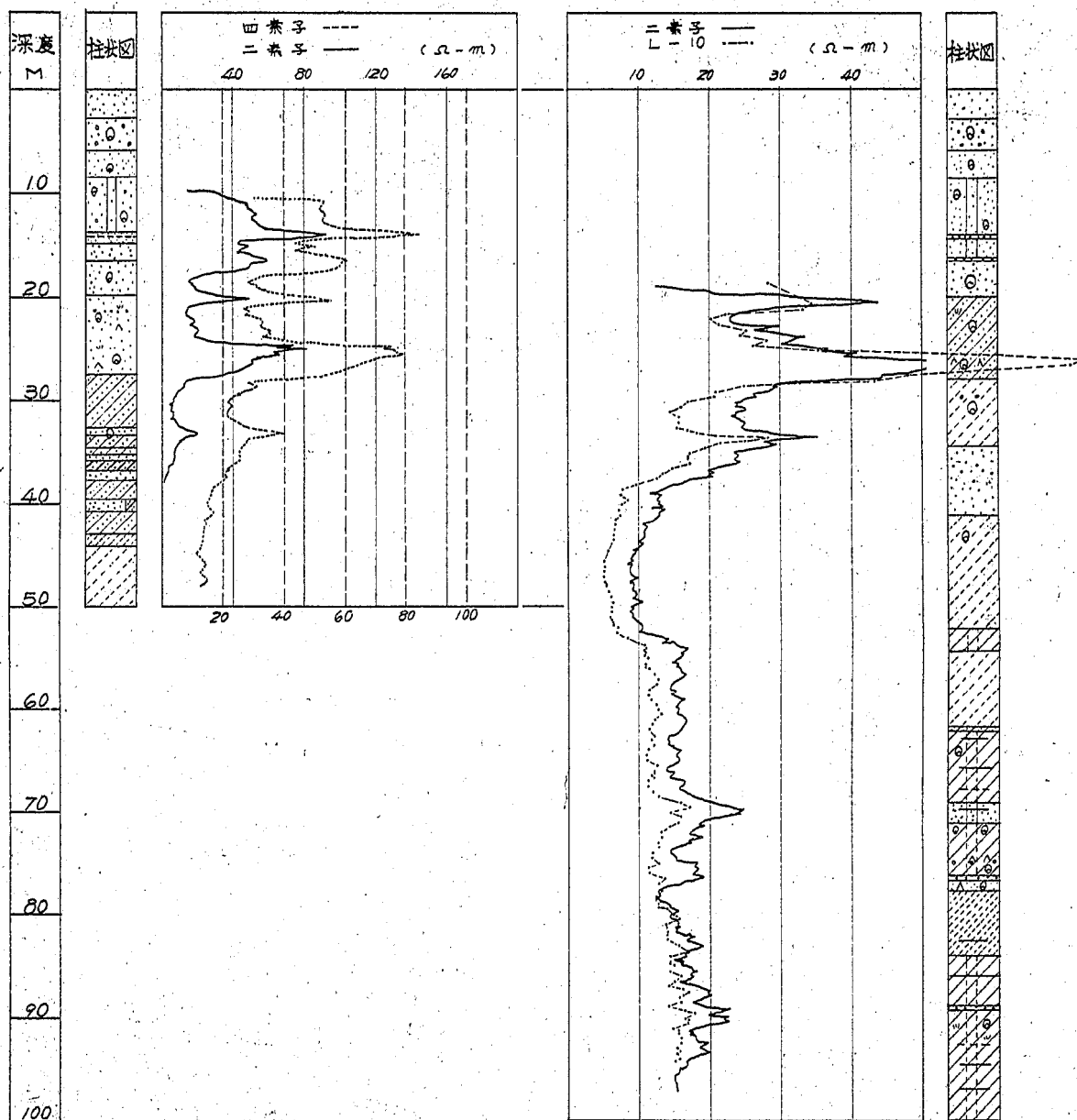


50

100

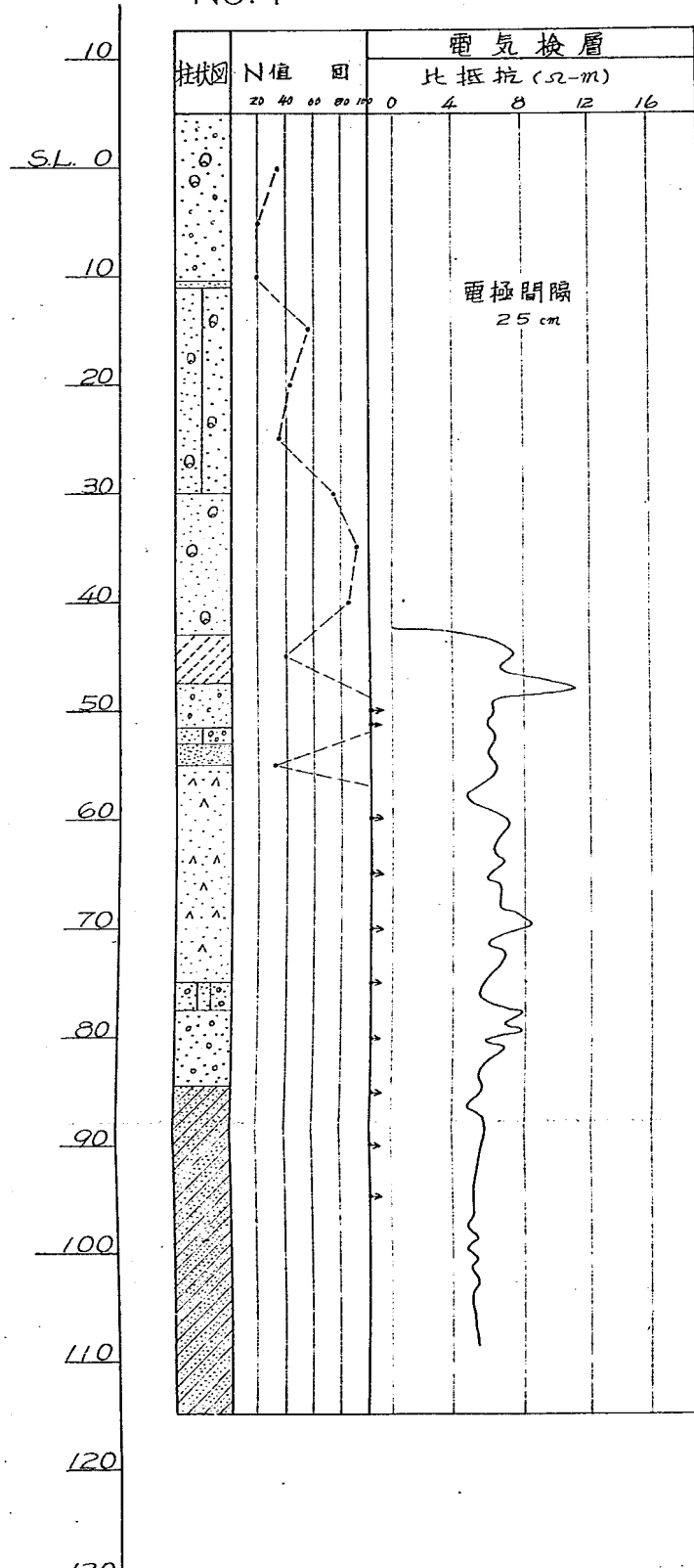
150

同一地点での各種電気検層

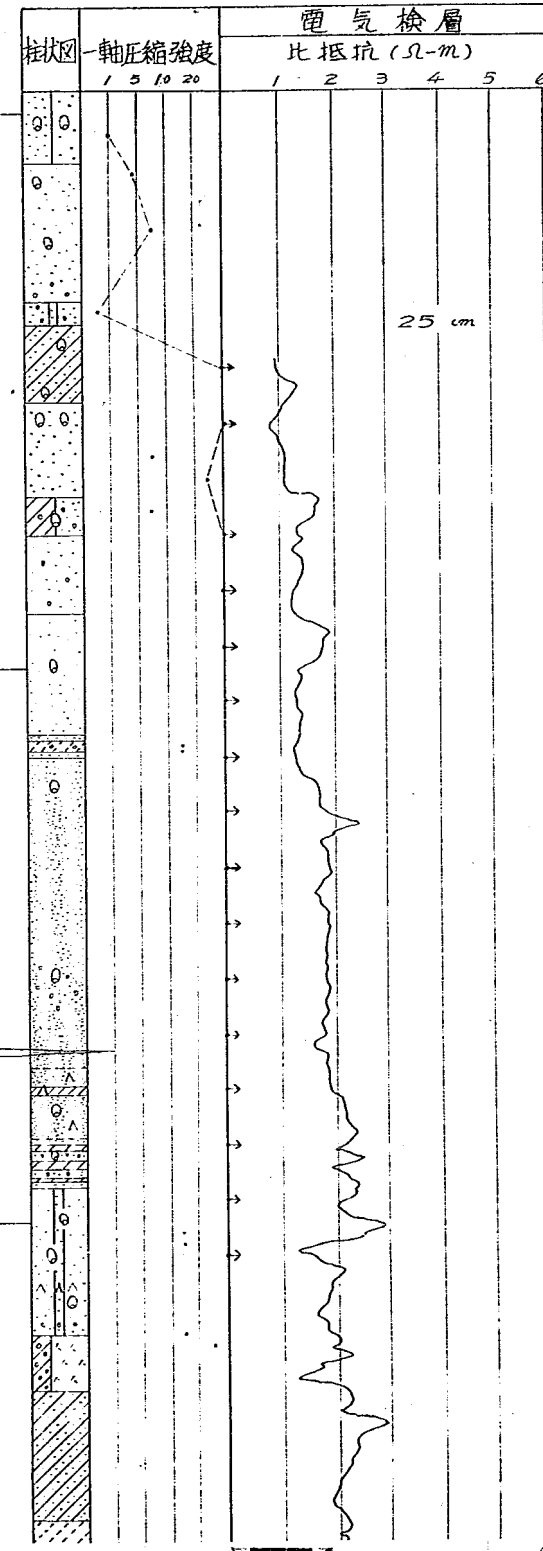


富津州附近地質柱状図

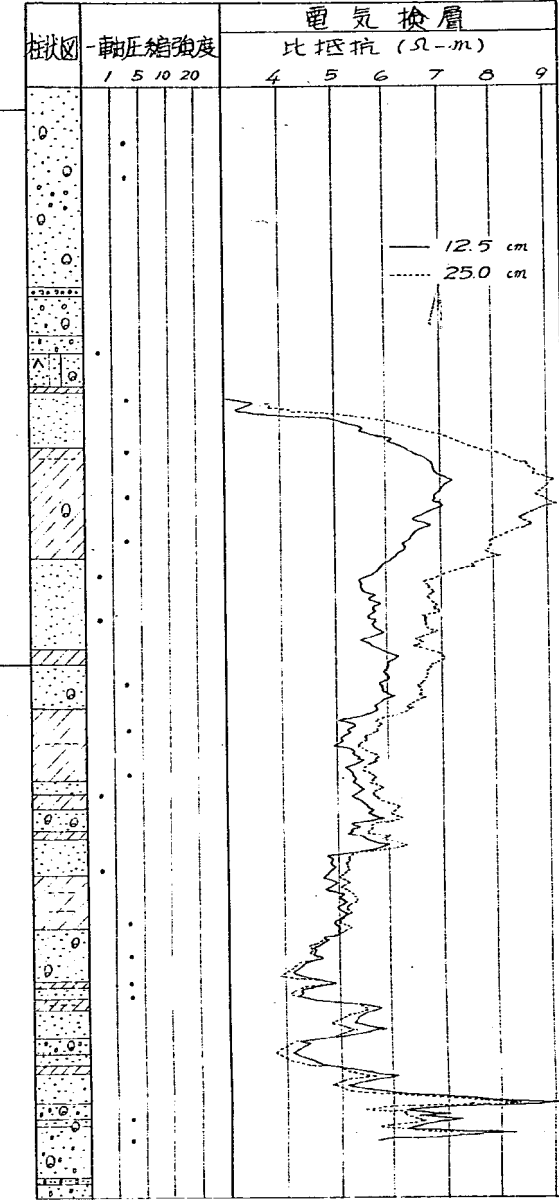
NO. 1



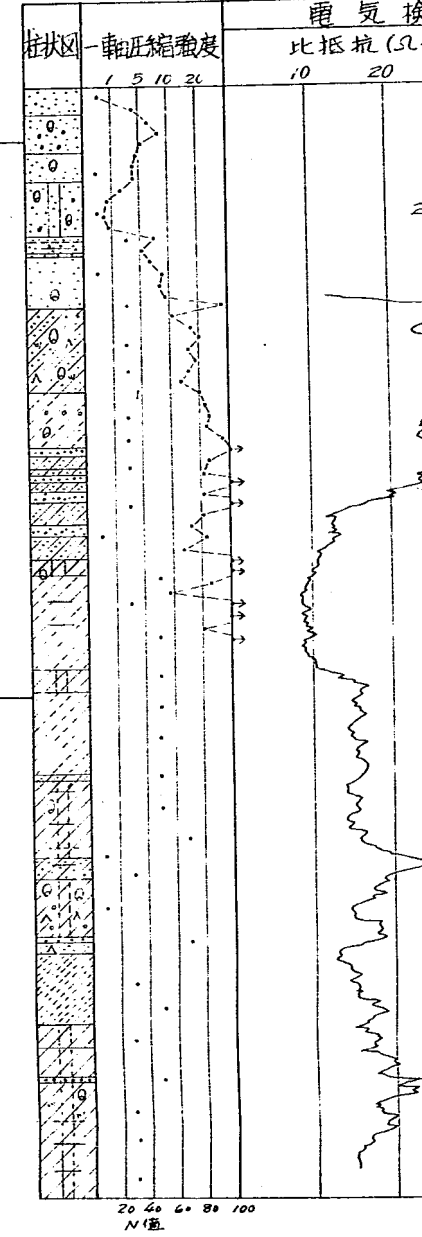
NO. 5



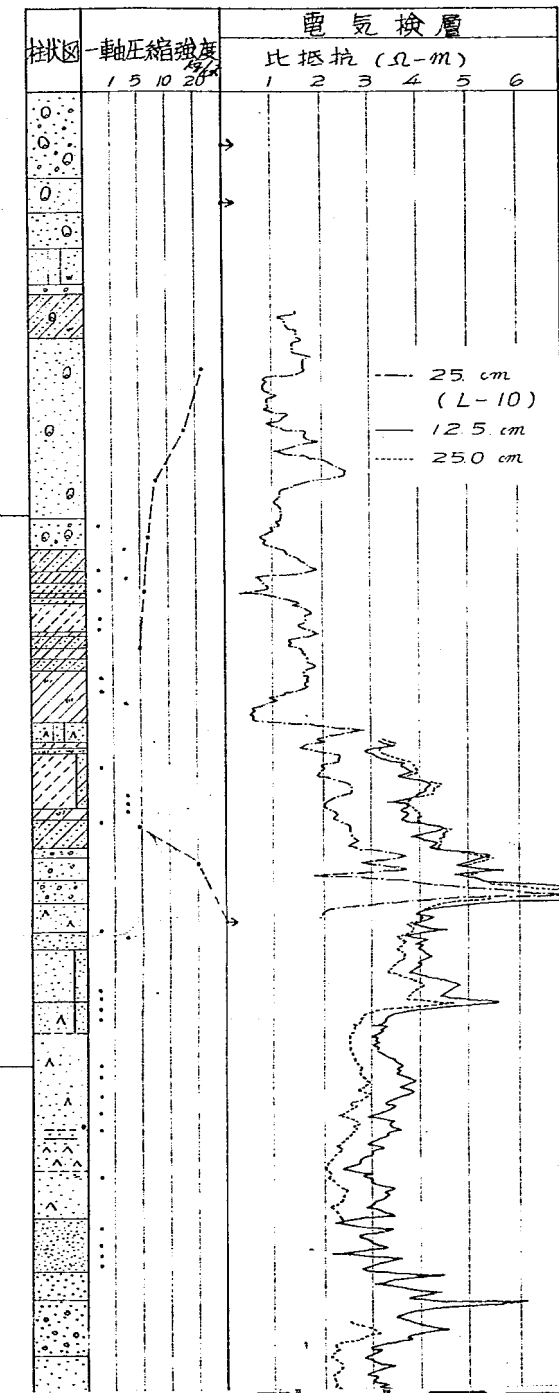
千-101



NO. 7



NO. 8



近地質柱狀圖

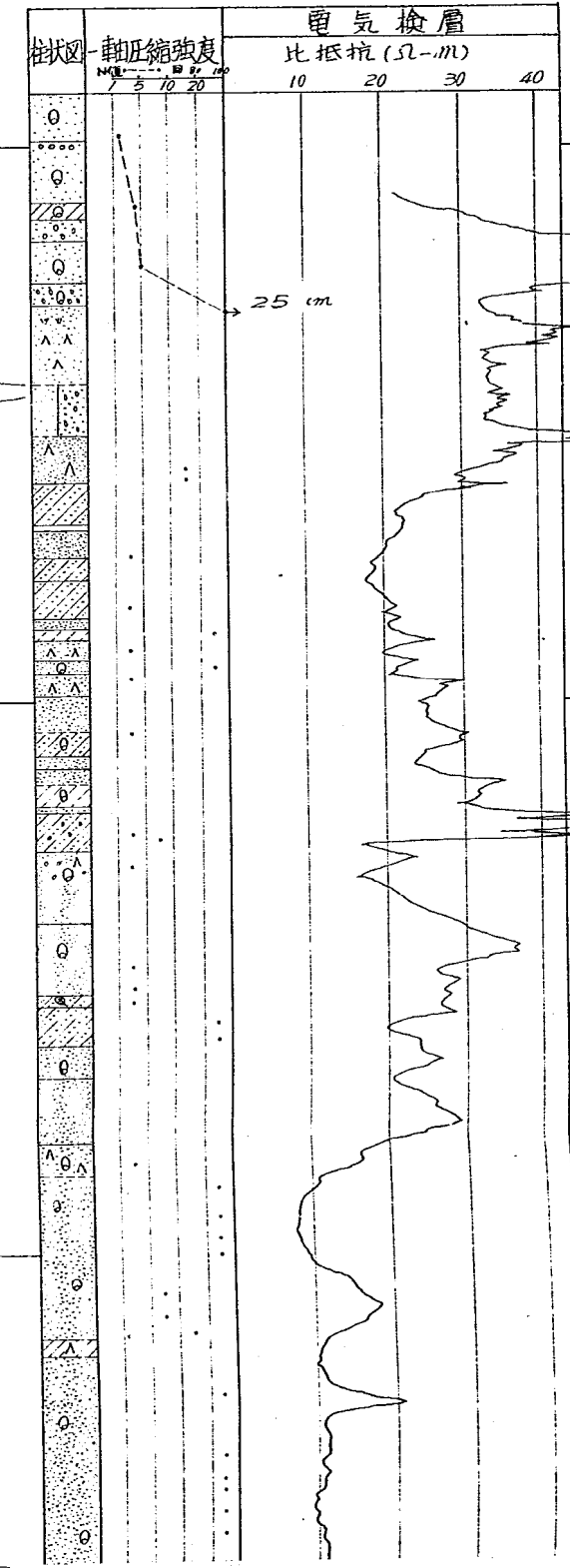
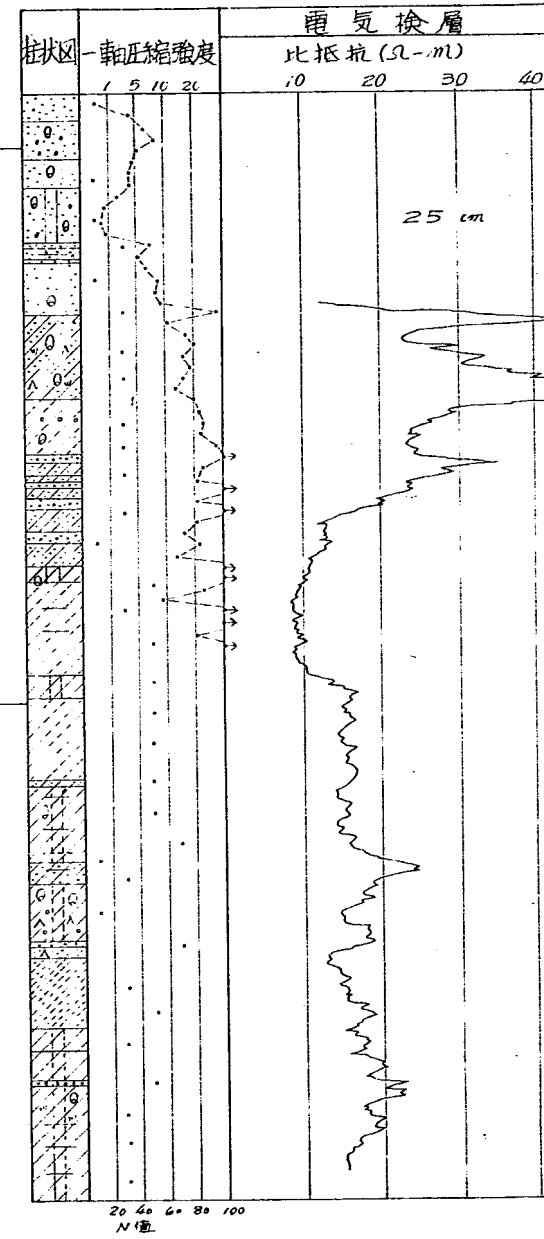
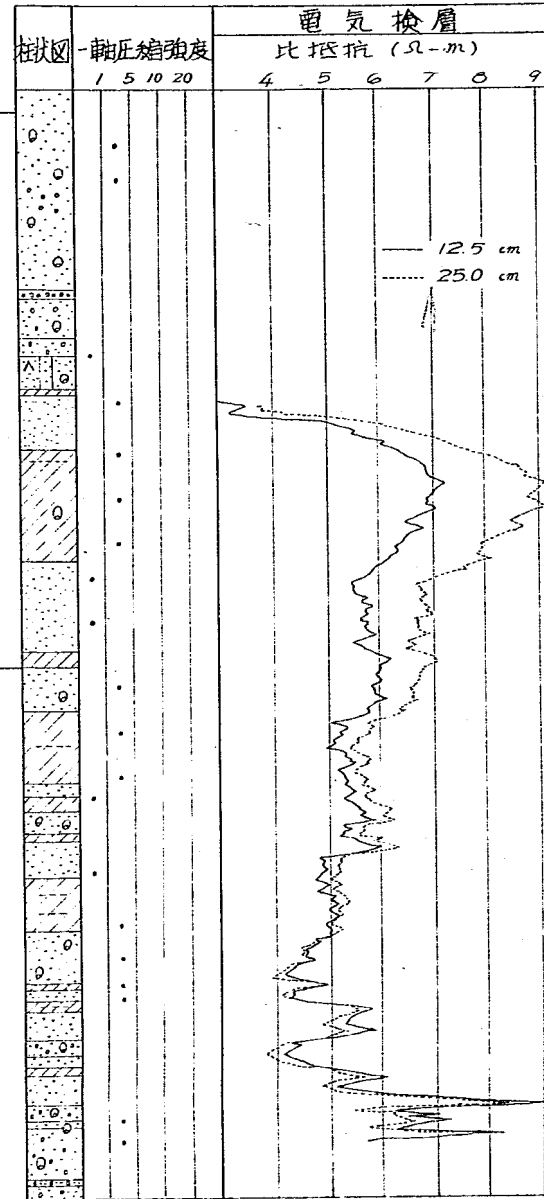
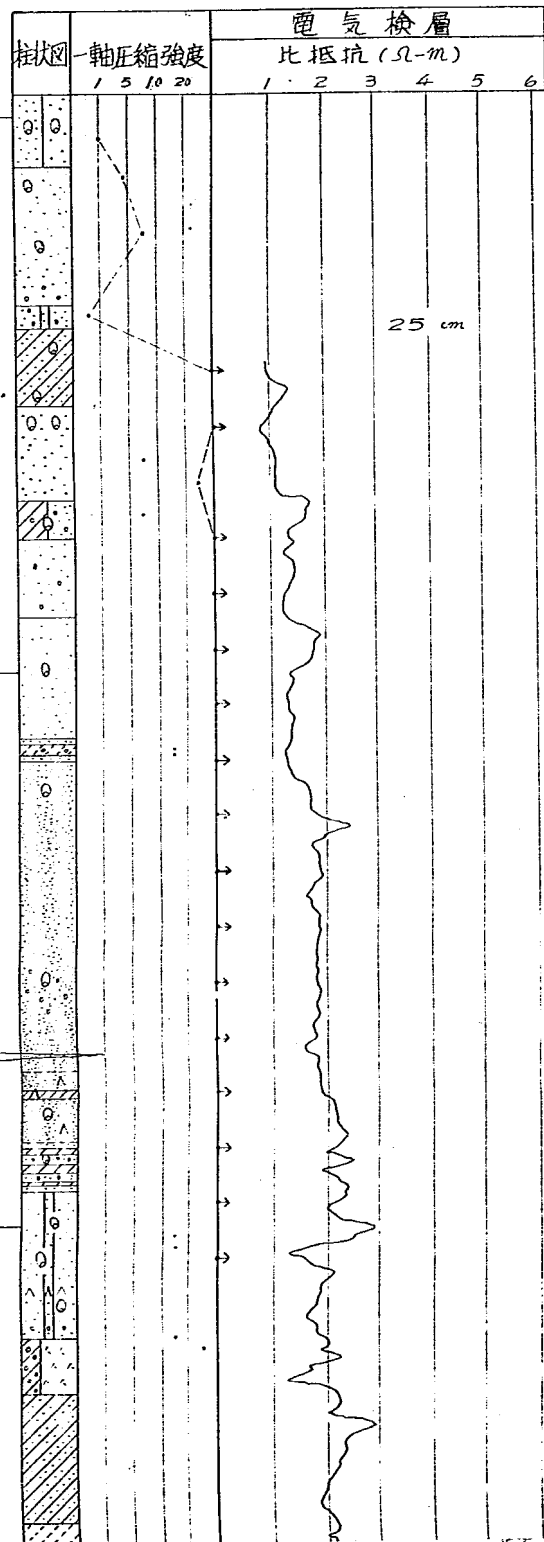
NO. 5

千-101

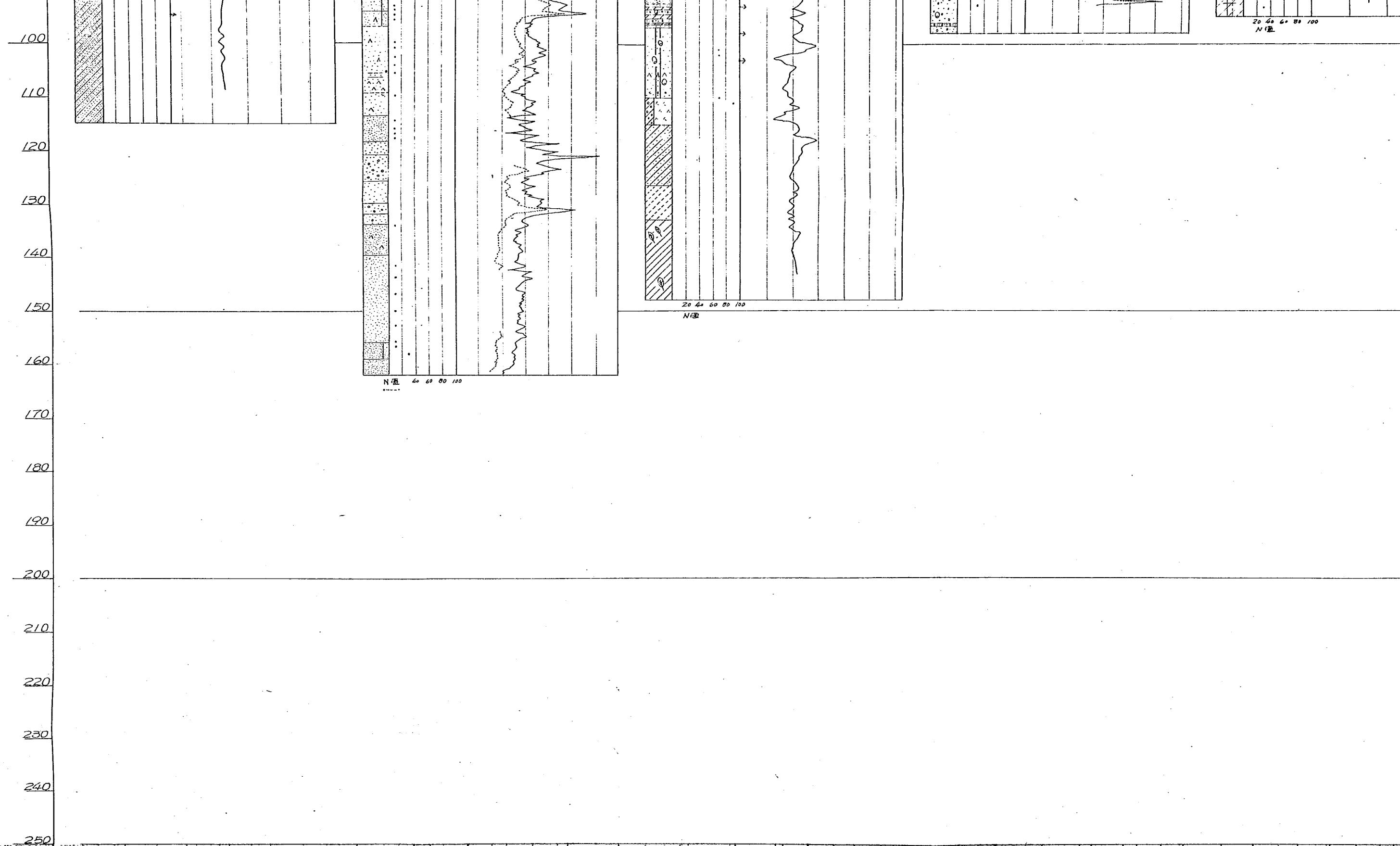
NO. 7

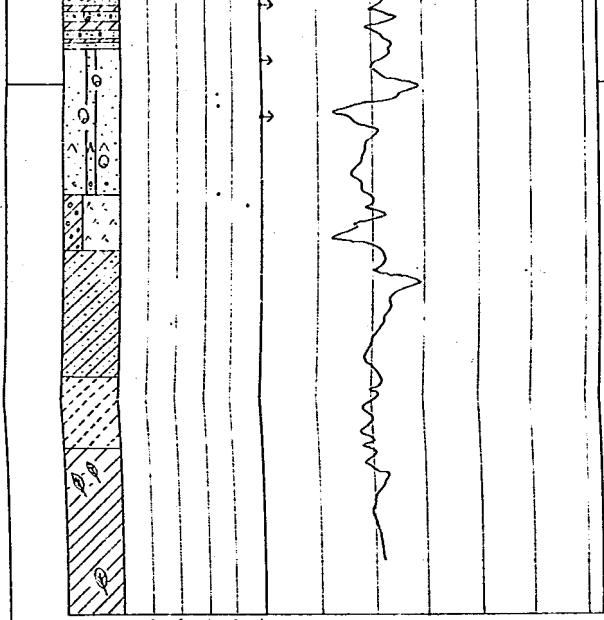
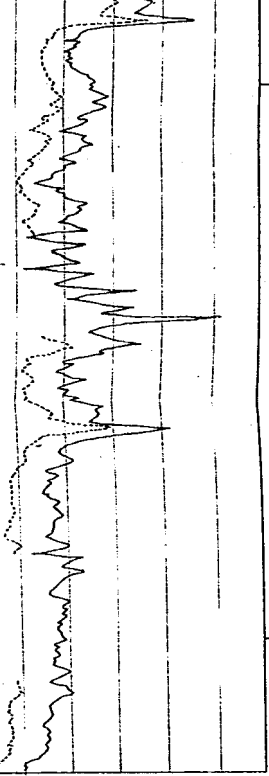
NO. 6

電氣檢層
比抵抗 ($\Omega\text{-m}$)
3 4 5 6

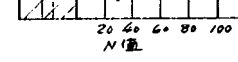
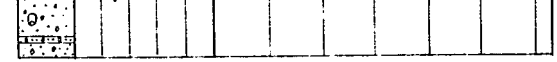


25 cm
(L-10)
12.5 cm
25.0 cm

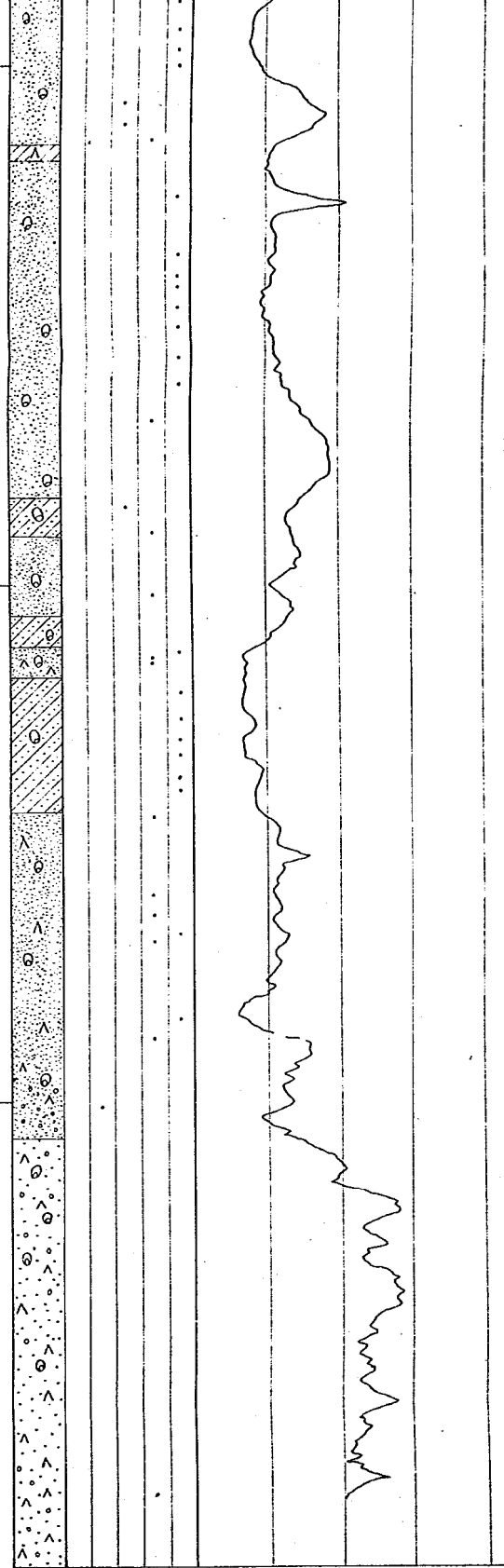




20 40 60 80 100
N 13

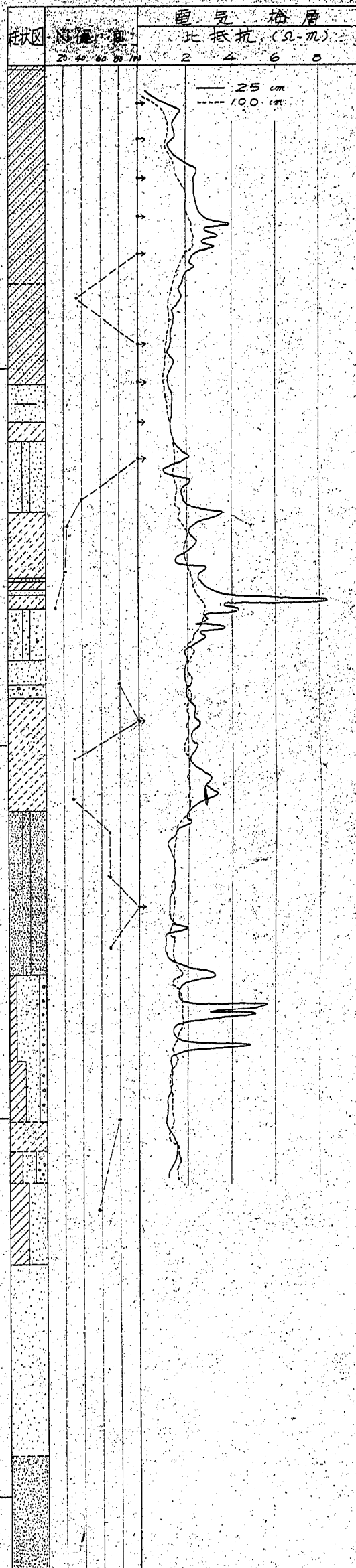
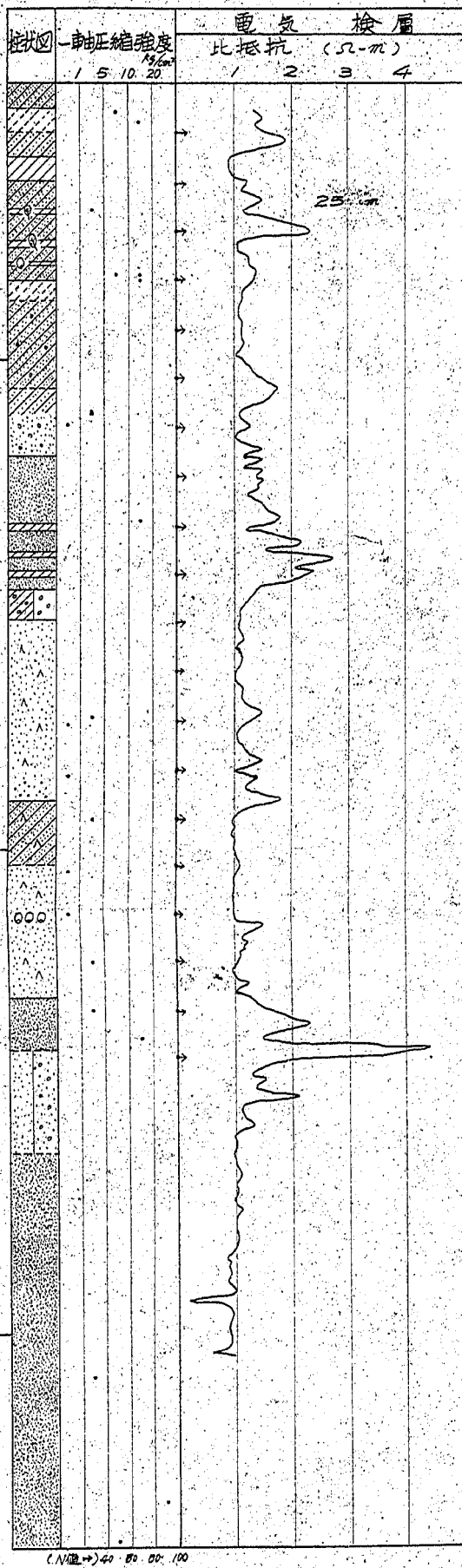


20 40 60 80 100
N 13

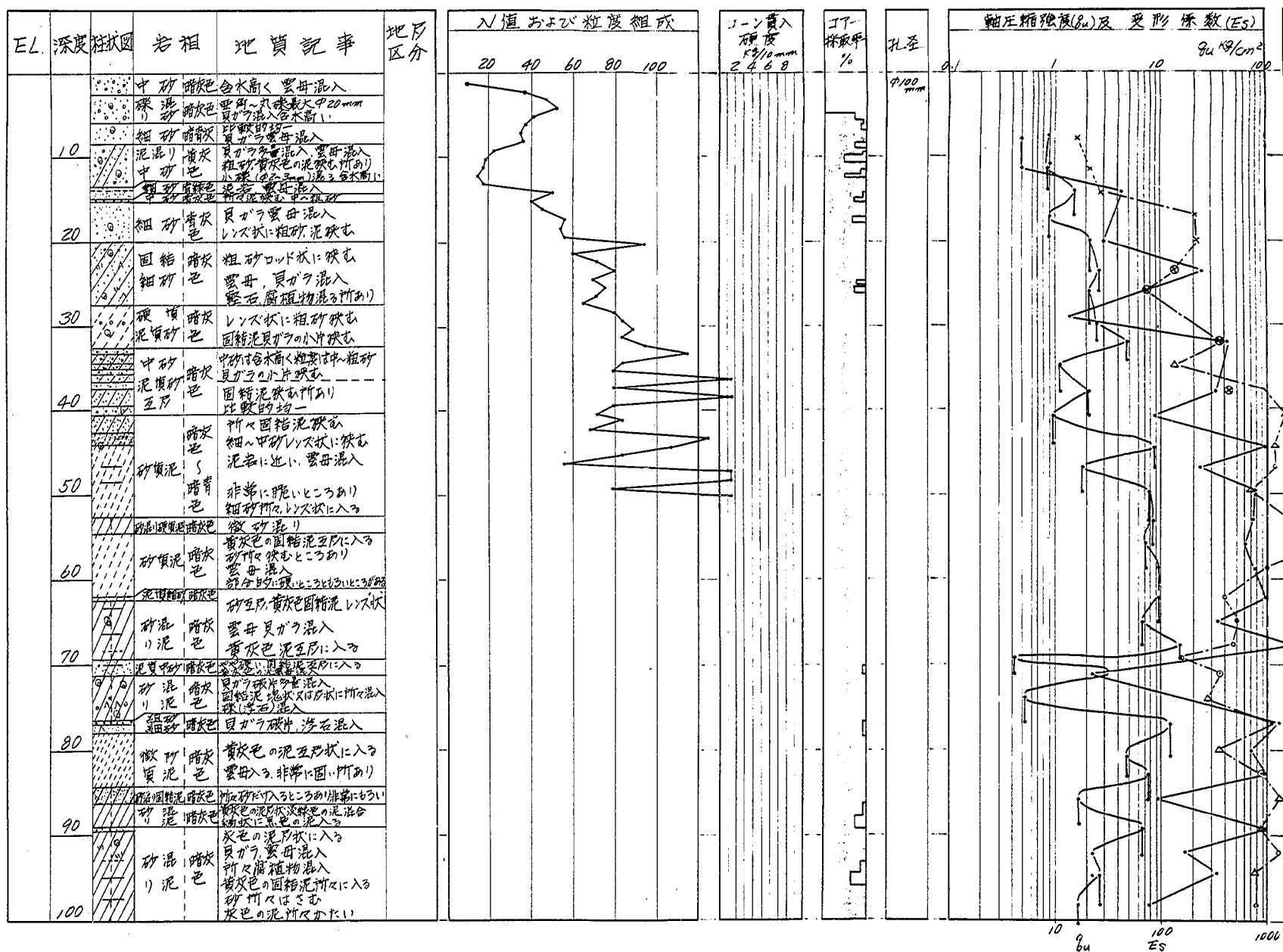


No 3

No. 4

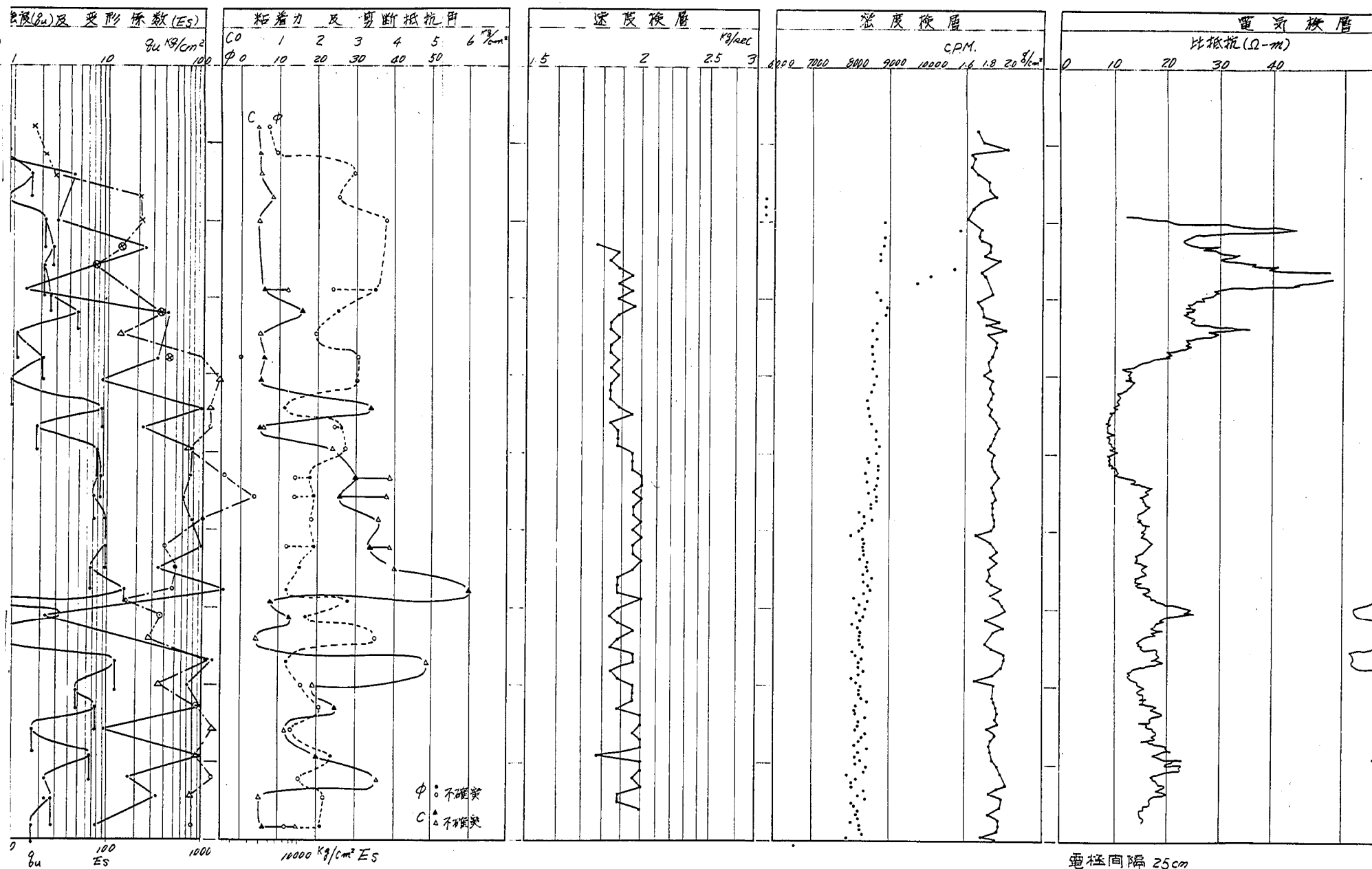


千葉県富津町下口



— E_s
- - - 封圧下

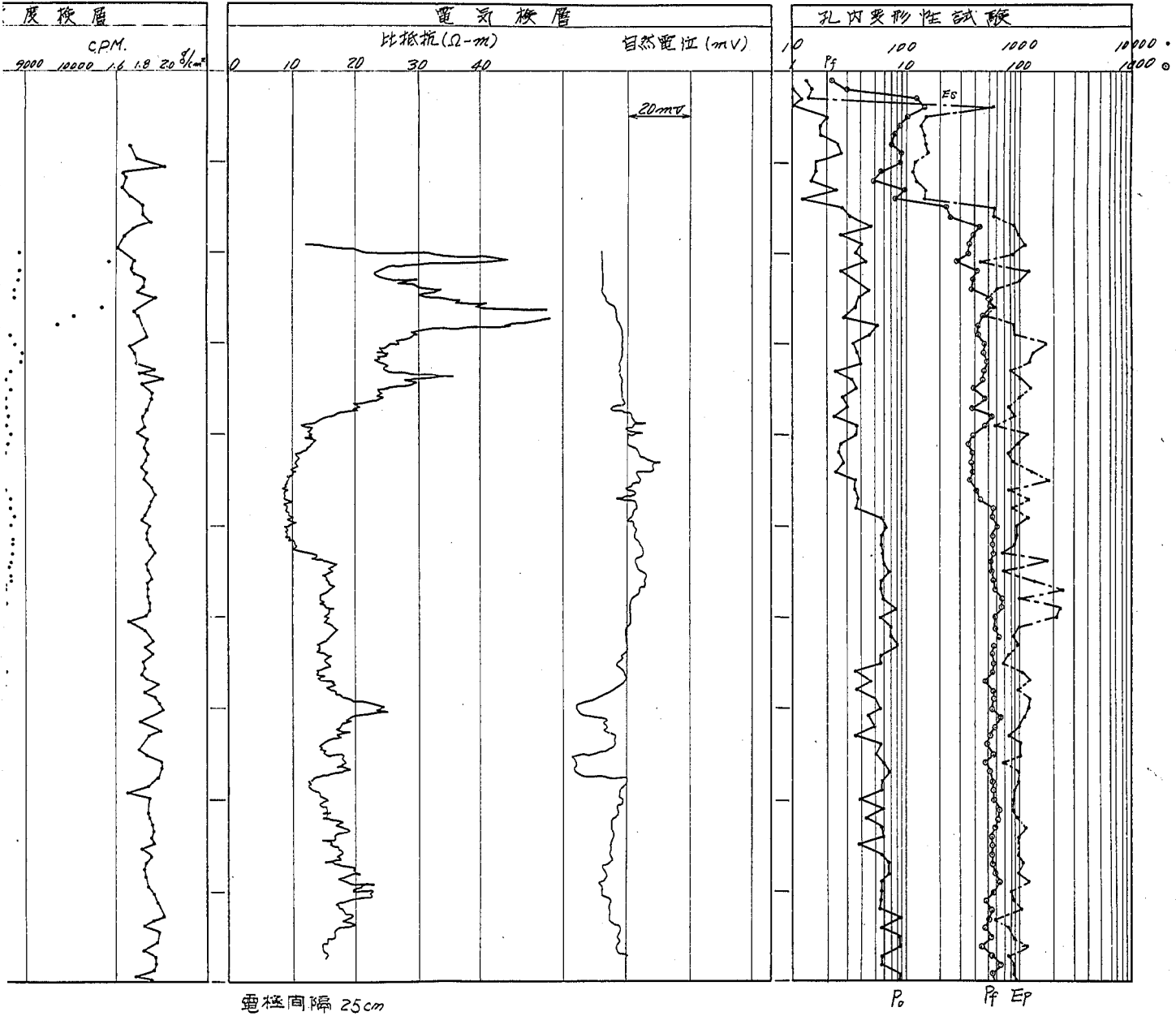
美濃富津町下口ボーリング(昭和41年度NO.7陸上ボーリング)



電極間隔 25cm

— E_s
 - - - 封圧下 E_s

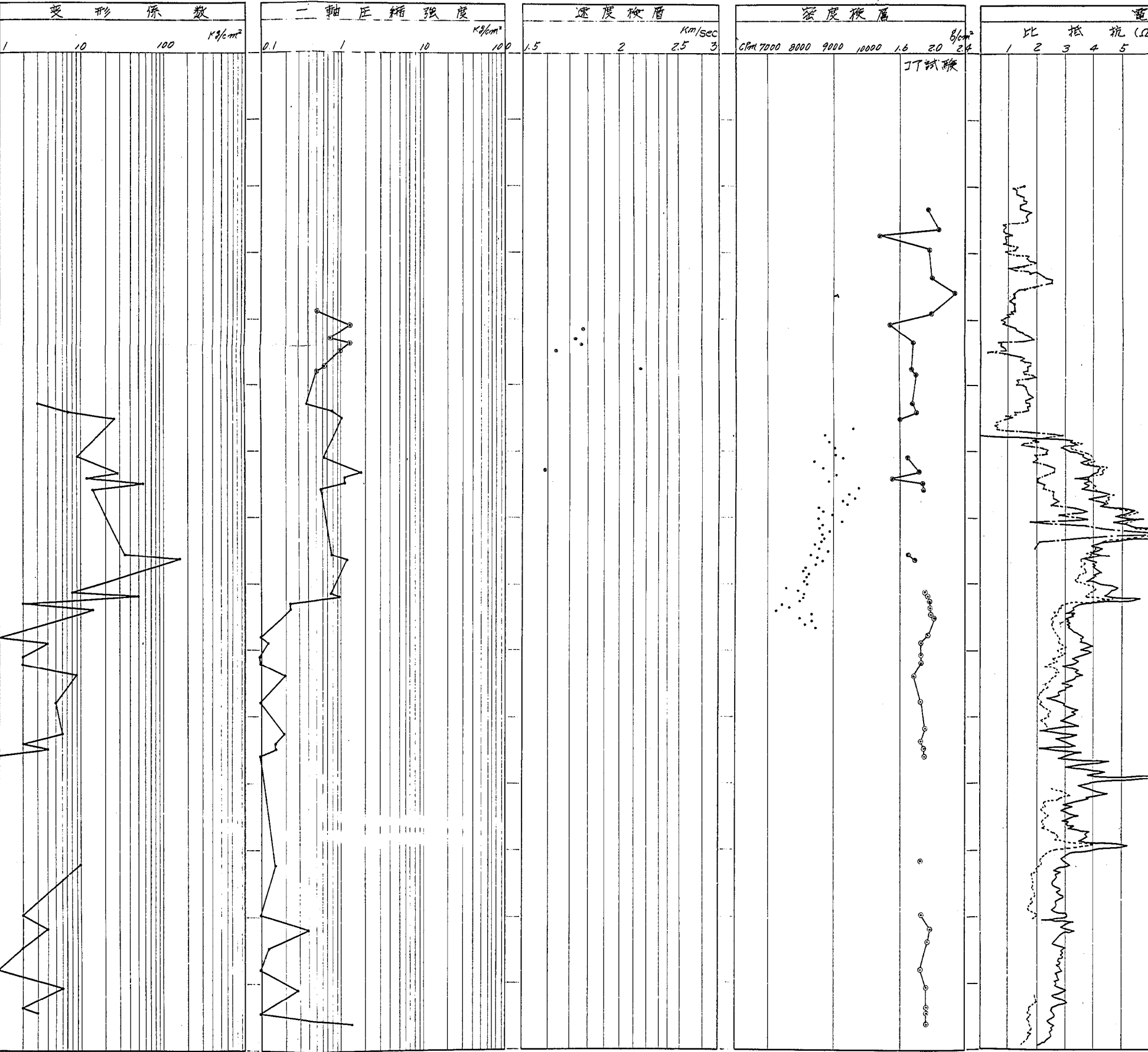
ϕ : 不確実
 C : 不確実

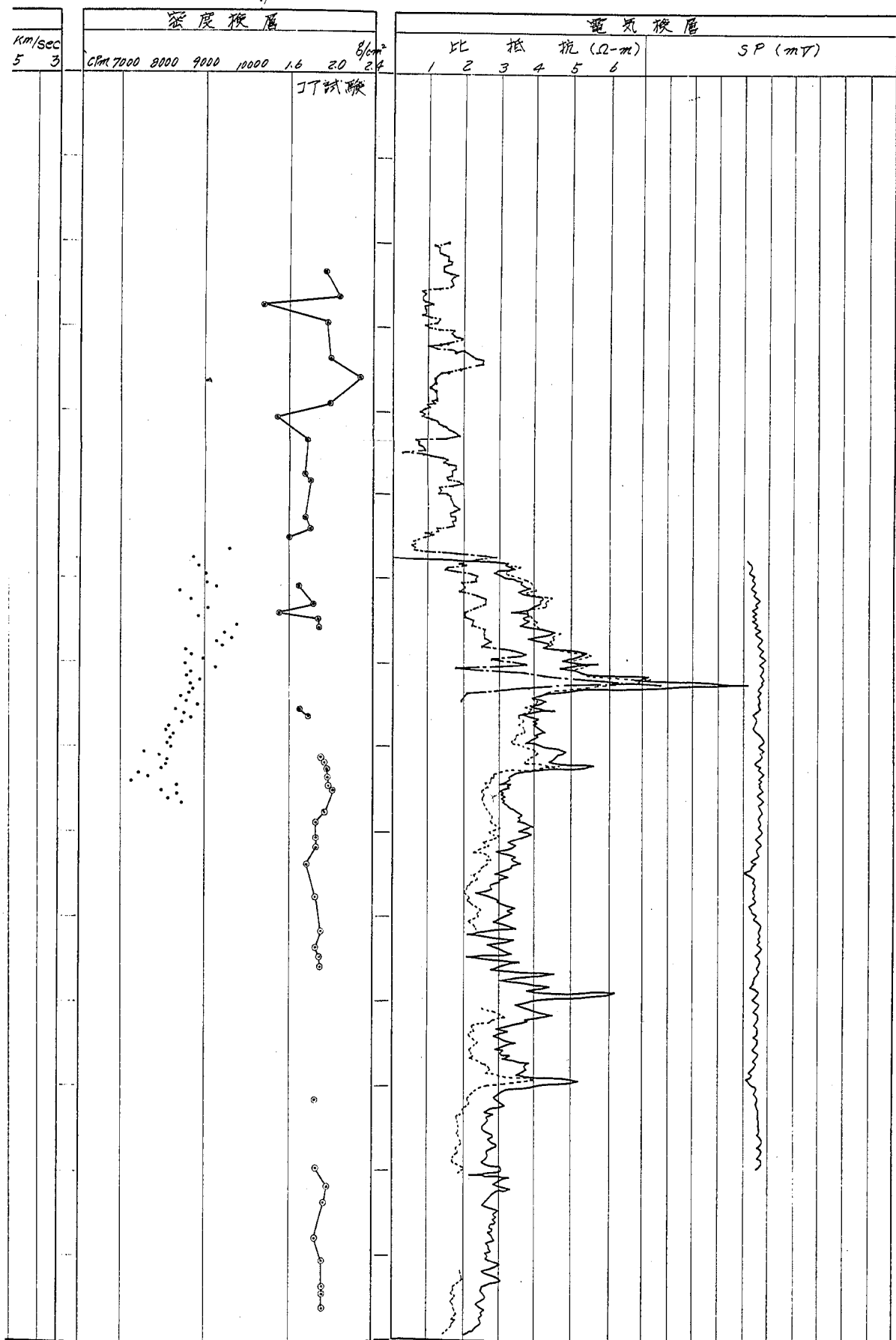


第二海堡附近海

[illegible]

堤附近海上ボーリング(昭和41年度NO.8 ボーリング)



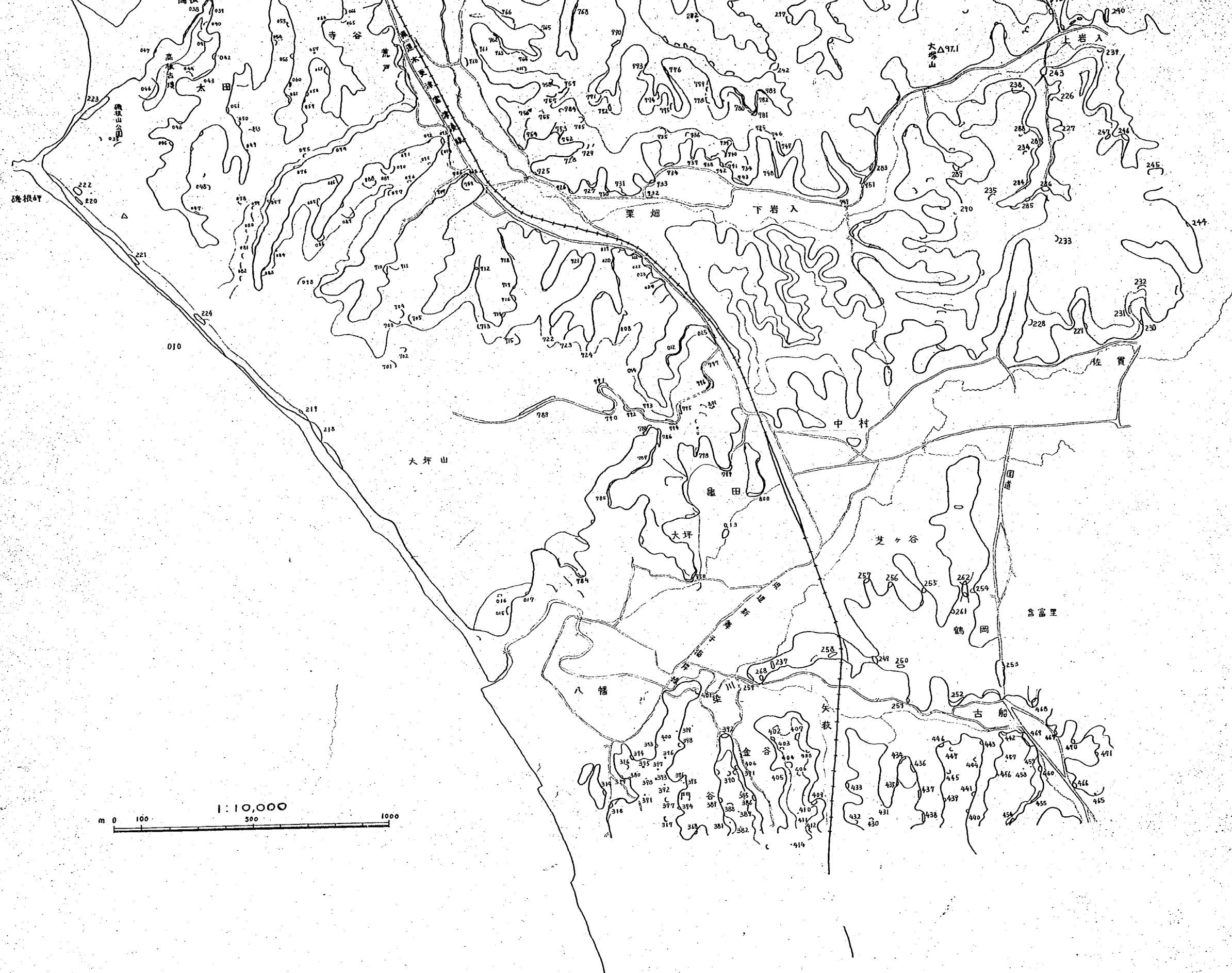


電極間隔 { 25cm (L-10)
 25cm
 12.5cm

I-4, 三船山 ~ 竹岡露頭位置図 A

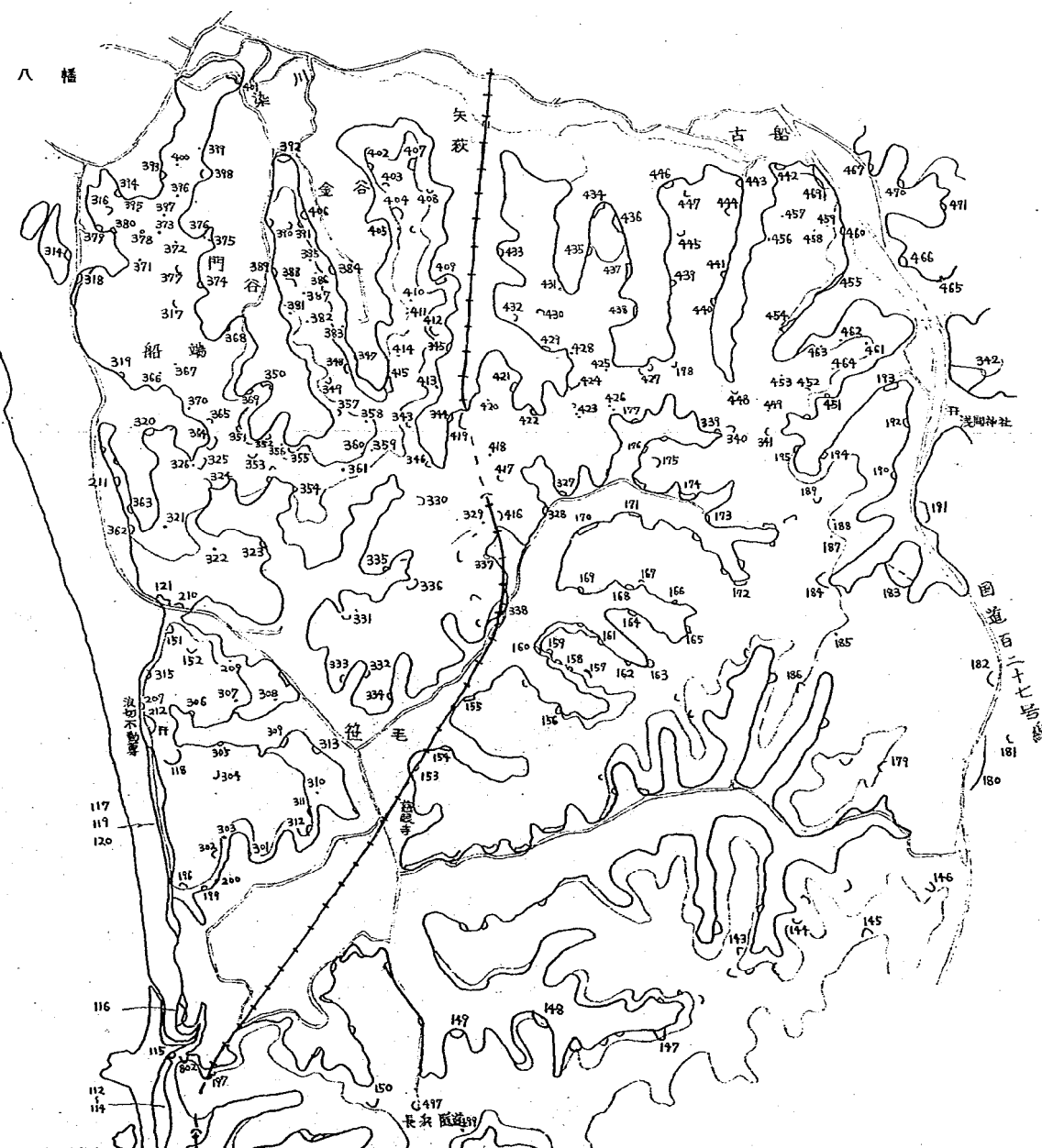




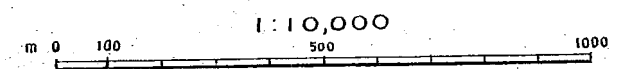
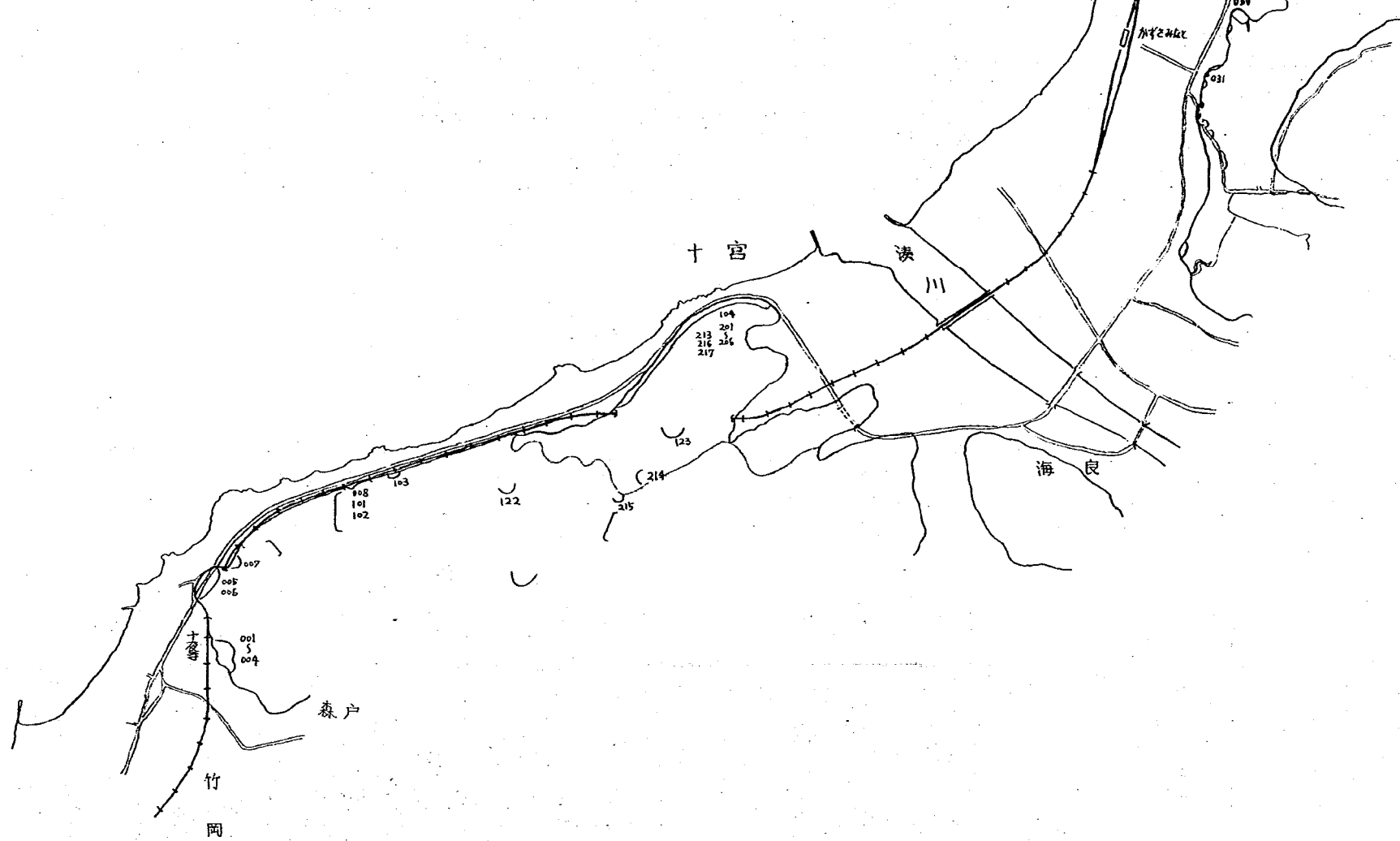


I-4,

B



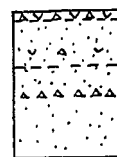




I-5. 房総半

Loc.104, 201~206
213~217
十宮~湊すいらん荘

Loc.237
矢萩



Loc.009, 198
湊海岸

Loc.133
国道砂利取場

Loc.342
浅間神社北

佐賀層

長浜層

Loc.131
国道

市宿層
岩坂層

Loc.029~031
岩坂

長浜層

岩坂層

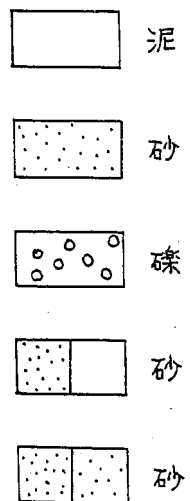
Loc.005, 006
十夜寺北

竹岡層

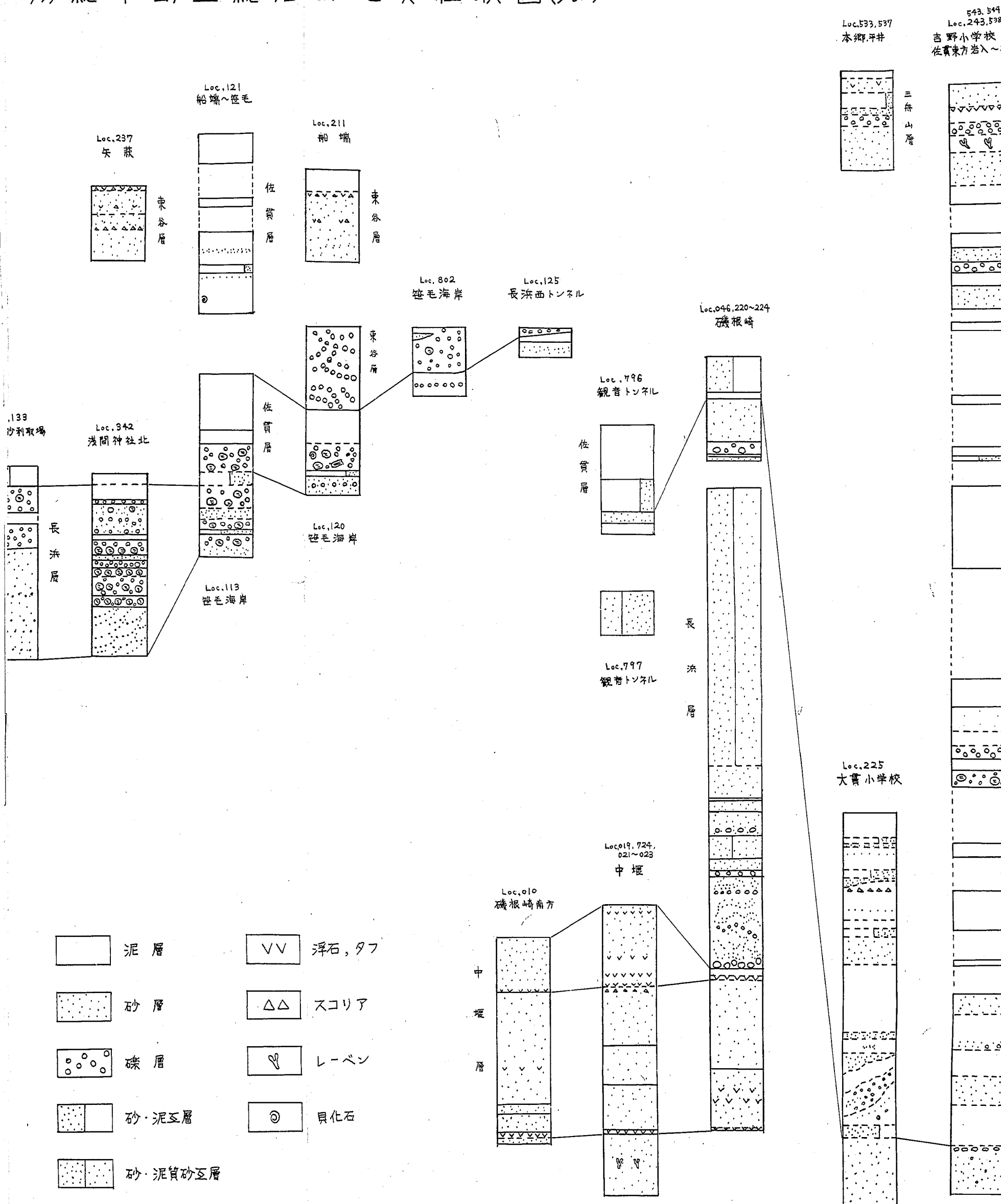
十宮層

竹岡層

Loc.001~004
十夜寺



房総半島上総層群地質柱状図(1/500)



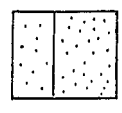
(1/500)

125
トンネル



Loc. 796
観音トンネル

佐賀層



Loc. 797
観音トンネル

長
浜
層

Loc. 19, 724,
021~023
中堰

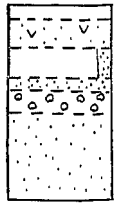
方

Loc. 046, 220~224
磯根崎

Loc. 533, 537
本郷平井

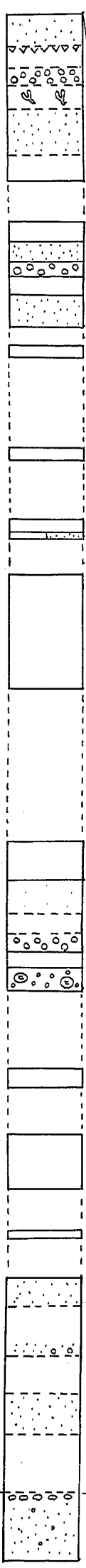
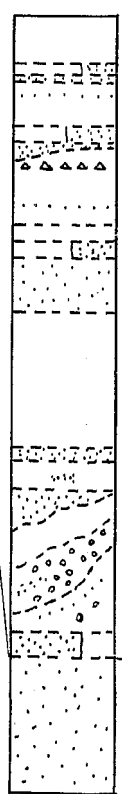
543, 544
Loc. 243, 538, 539
吉野小学校
佐賀東方岩入~檜吹

Loc. 472
三舟山南斜面



三
舟
山
層

Loc. 225
大貫小学校



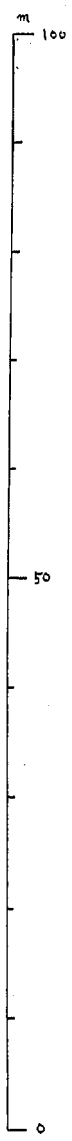
佐賀層

長
浜
層



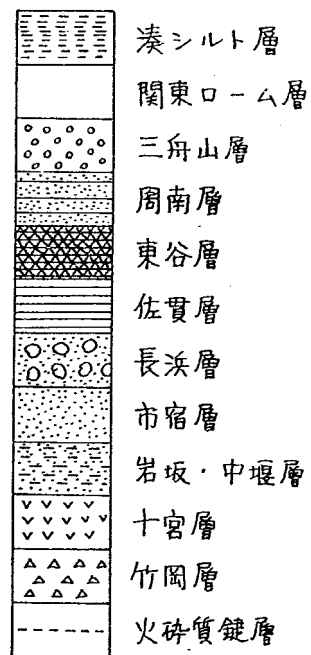
三
舟
山
層

岡
南
層

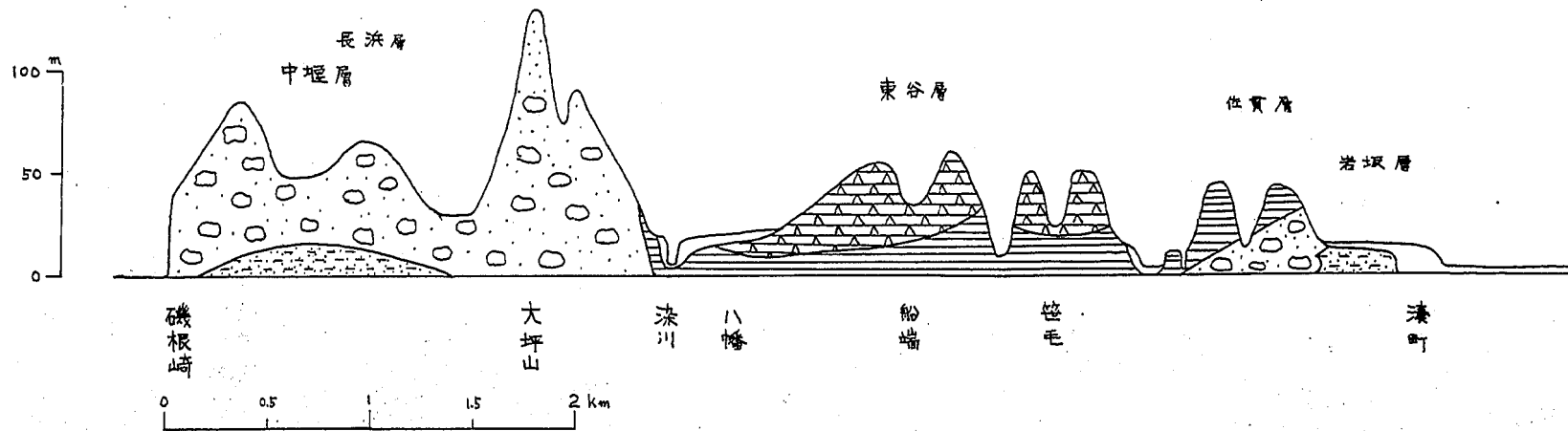
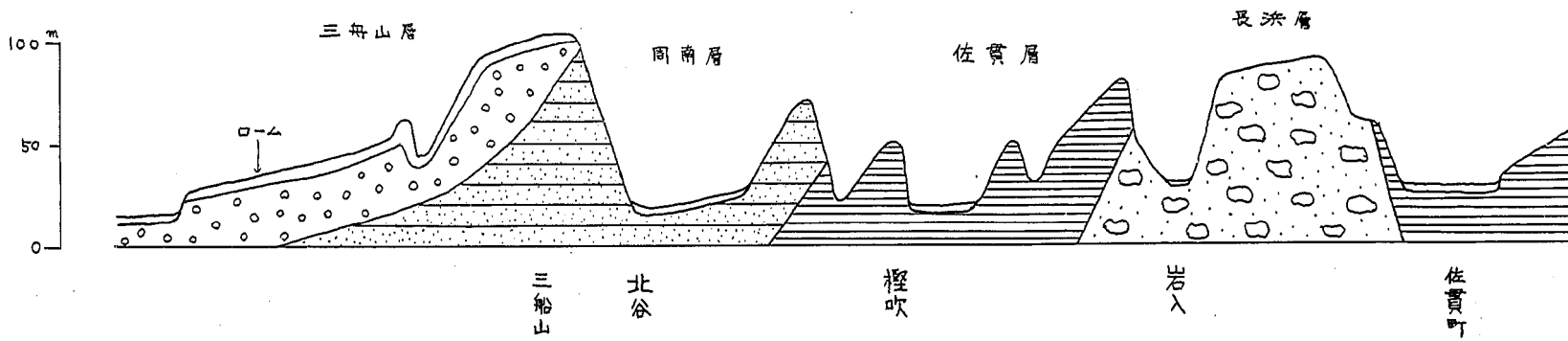
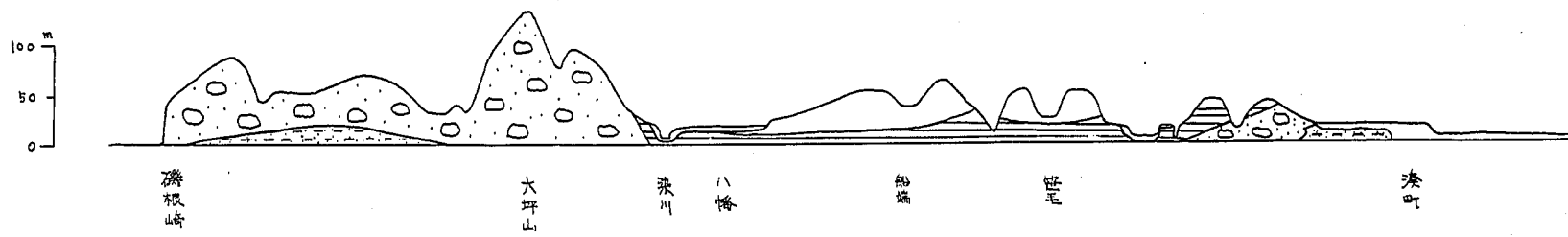
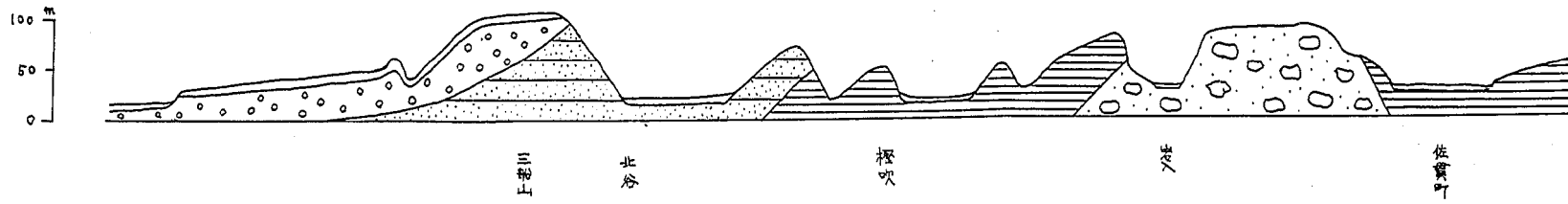


I-6. 三舟山一竹岡地質圖

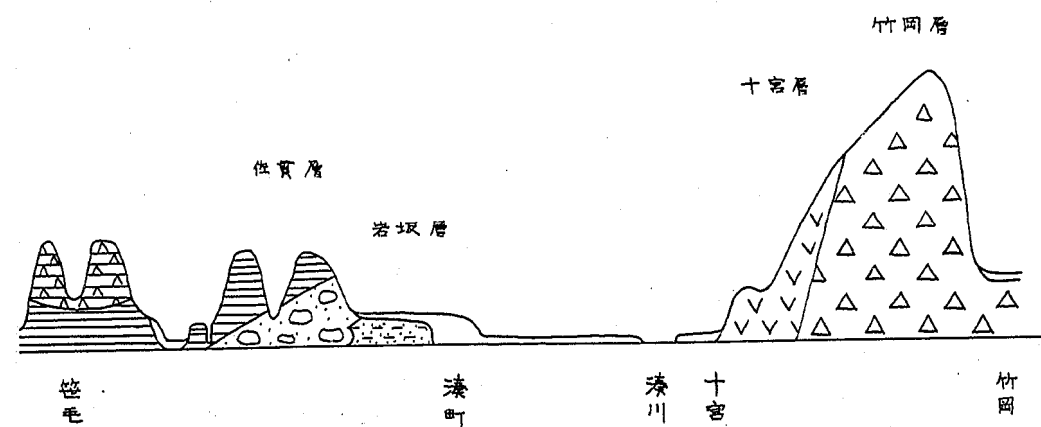
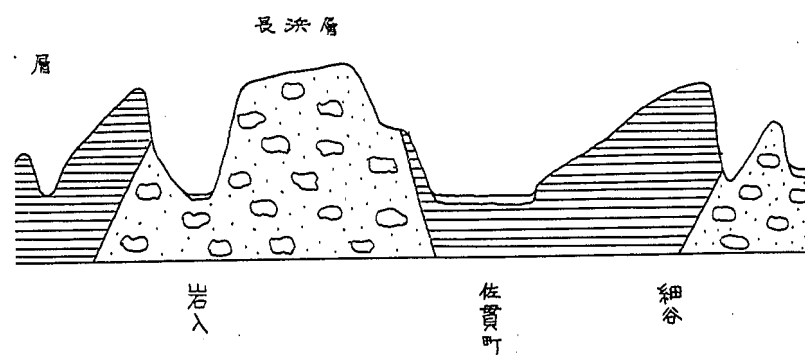
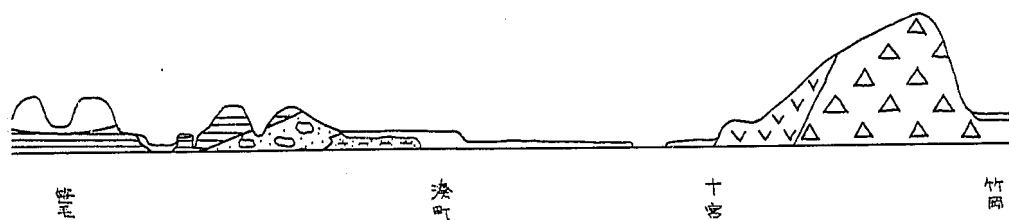
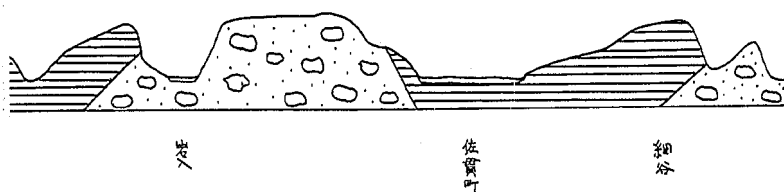




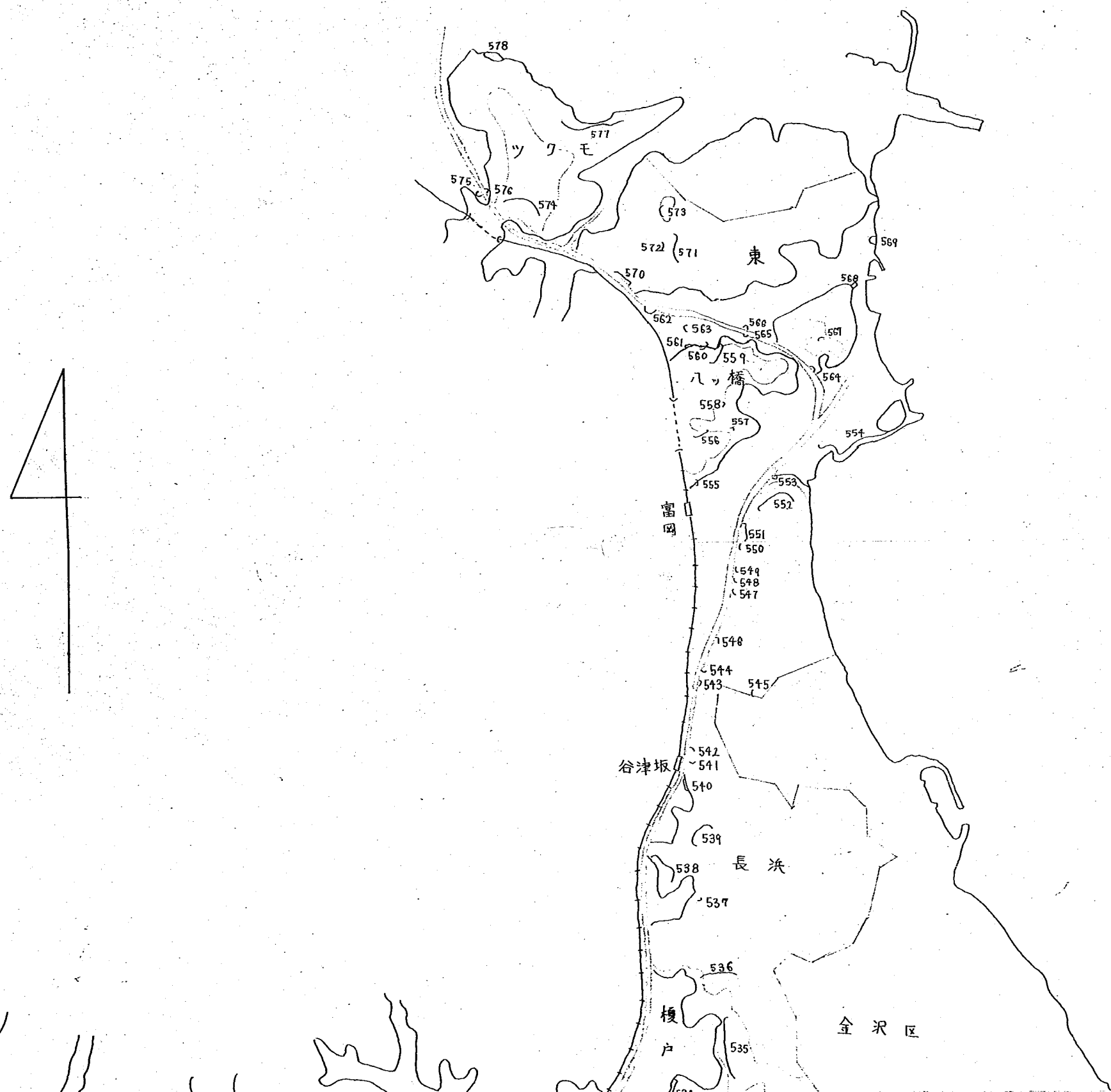
I-7. 三舟山～竹岡地質断面図



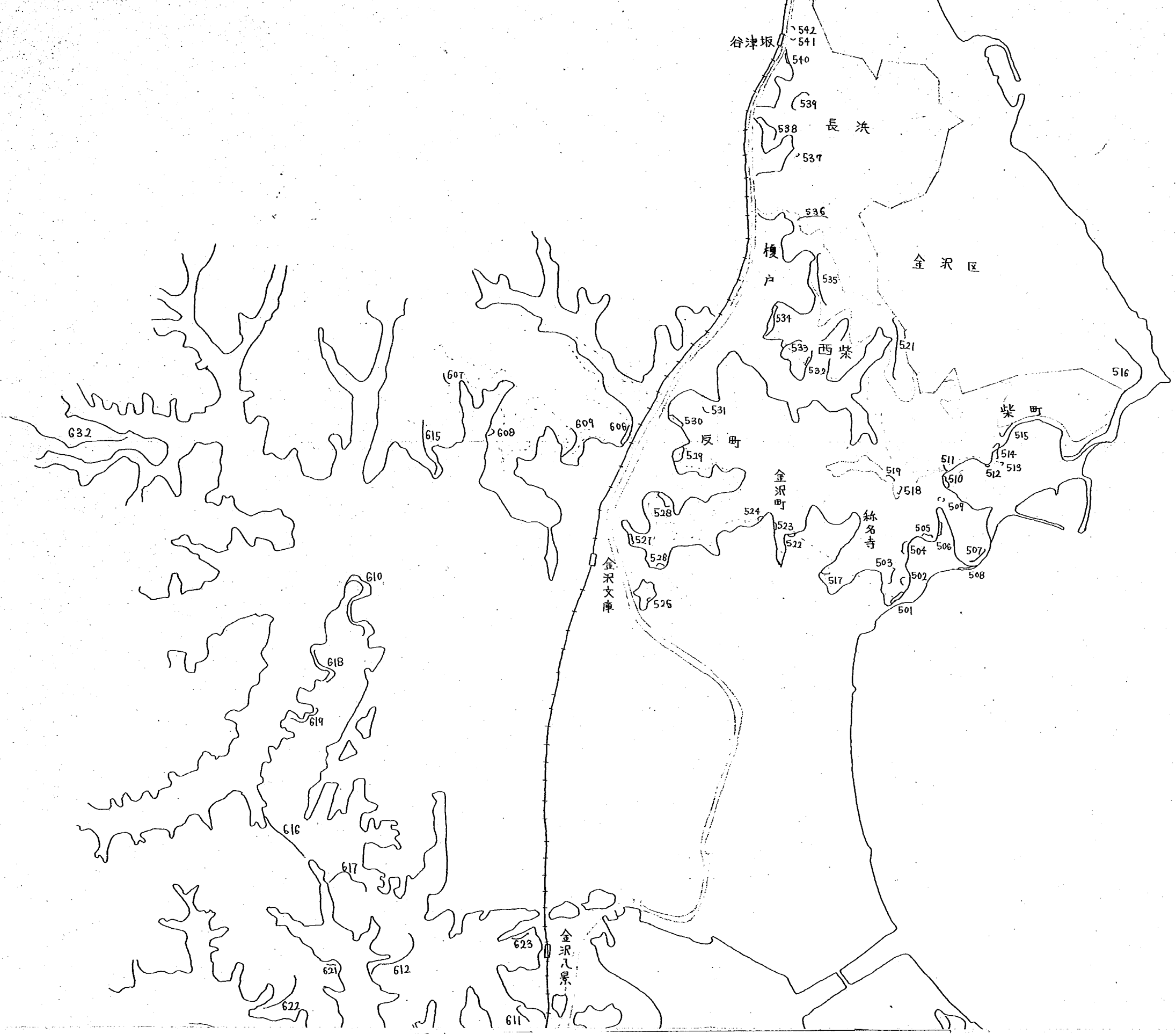
地質断面図

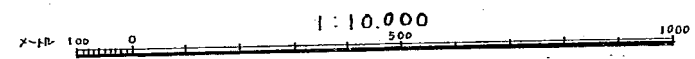
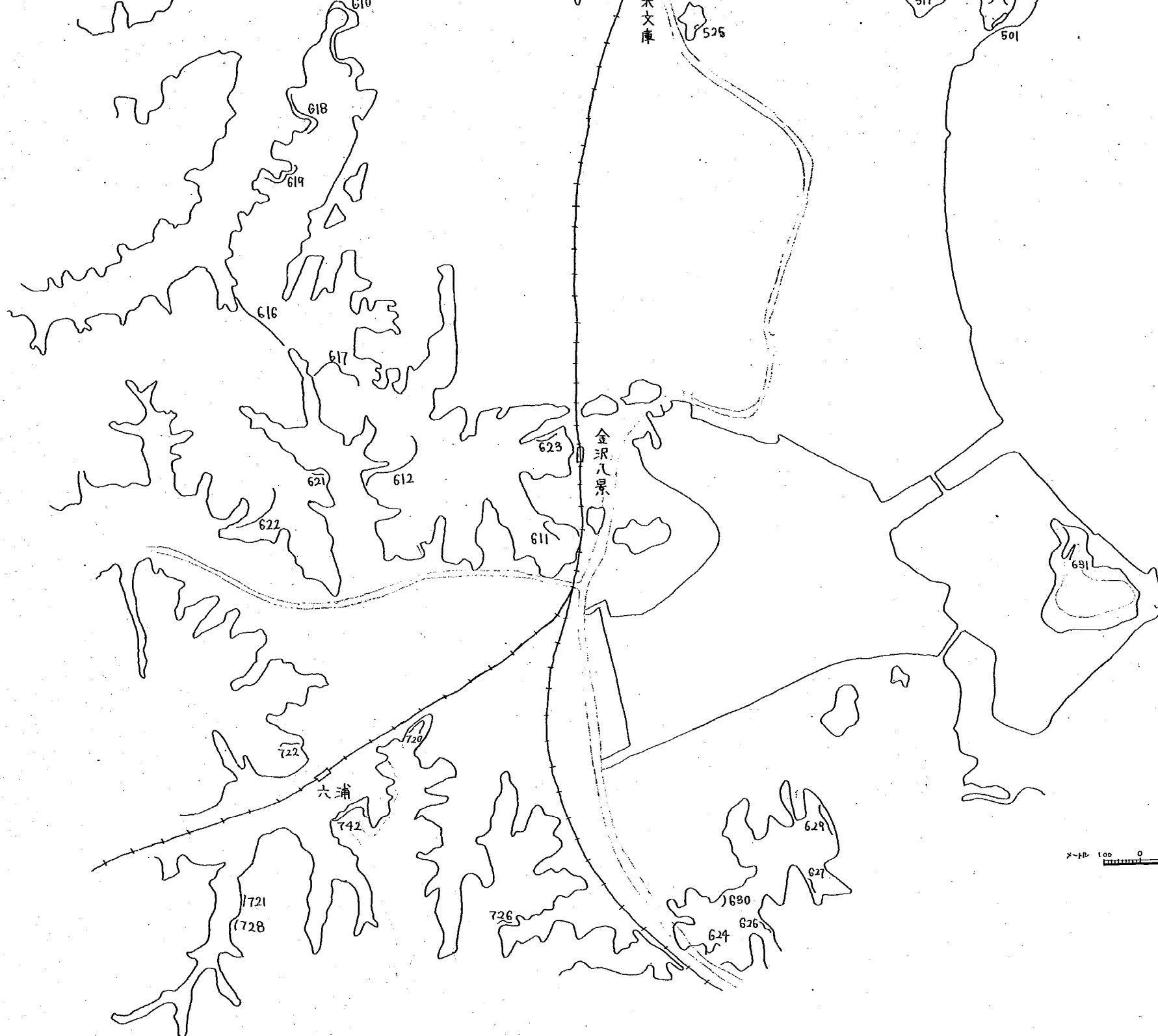


I
13
三浦半島・富岡一走水露頭位置図

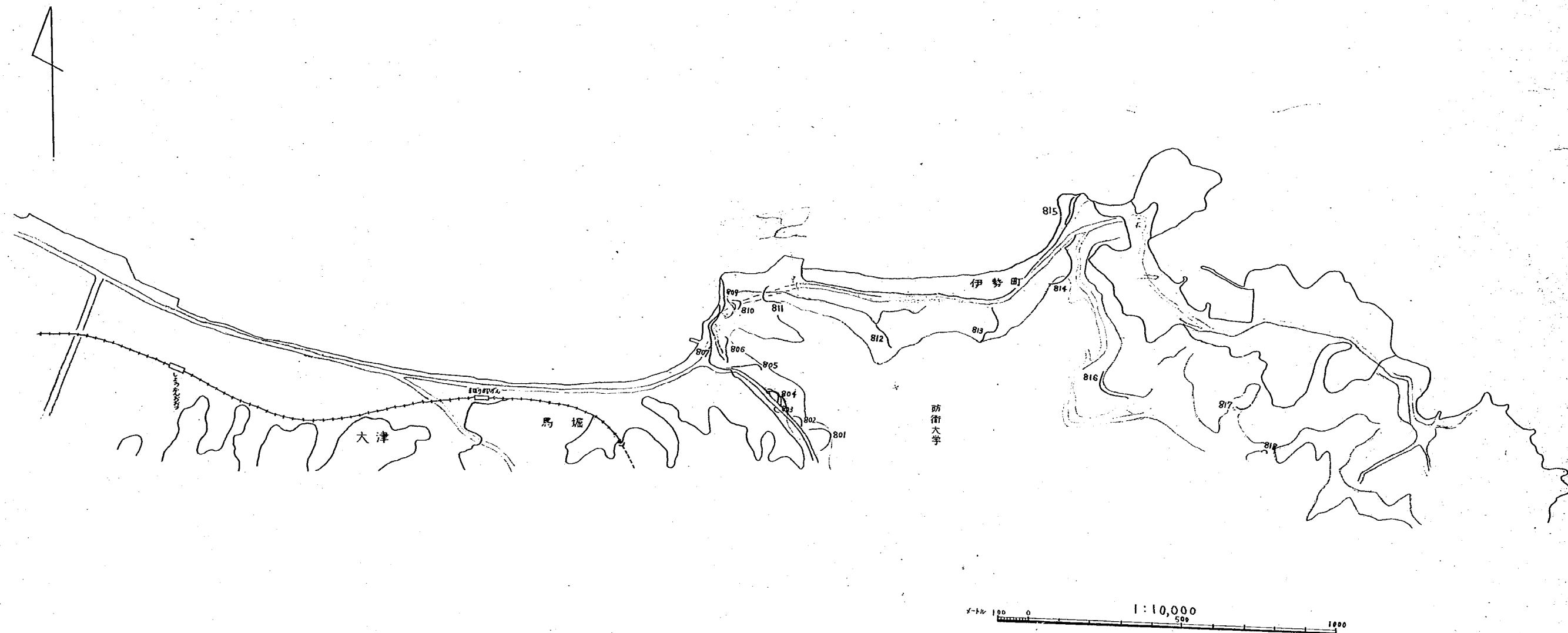


露頭位置図その一

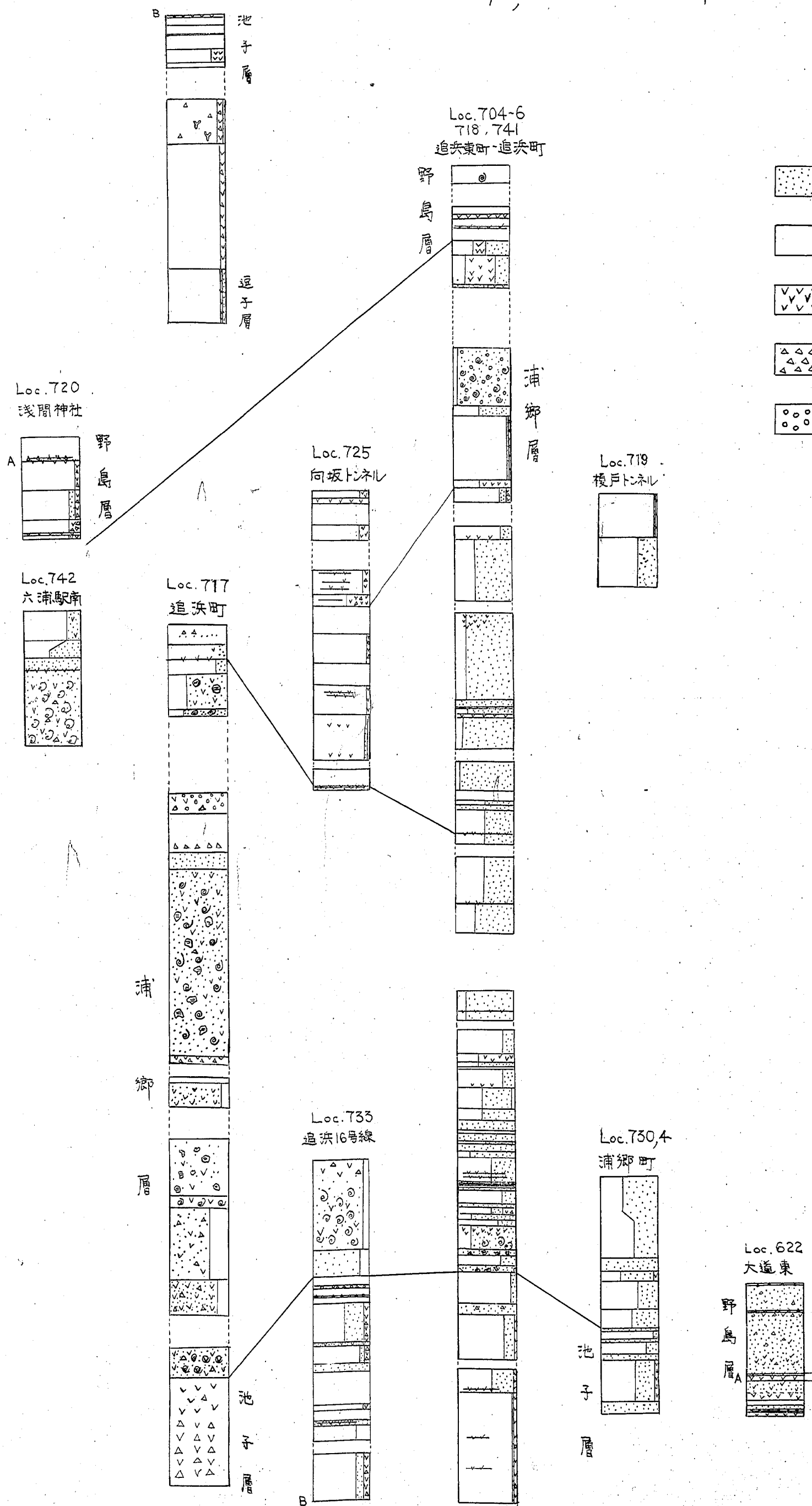




三浦半島・富岡一水露頭位置図その三



II-4, 三浦半島



半島上総層群 1/500 地質柱状図

- 砂層

化石
- 泥層
- 生痕
- 浮石、タフ
- シルト礫
- スコリア
- 互層
- 礫層

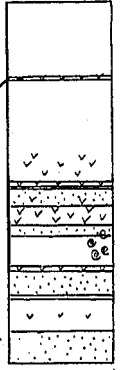


Loc 601~9
金沢町
金沢谷町

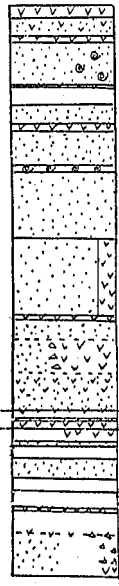


大船層

Loc 631, 629
野島山〜瀬崎



Loc. 617, 612
西ヶ谷戸
六浦小北

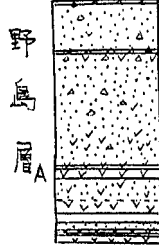


Loc 610
小泉

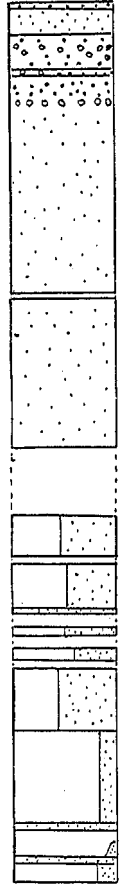


野島層

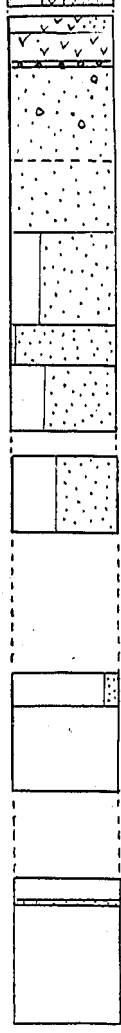
Loc. 622
大道東



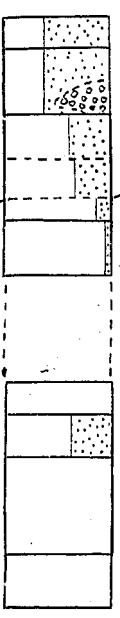
Loc. 529~540
長浜〜反町



Loc. 552~4
568, 569
富岡海岸



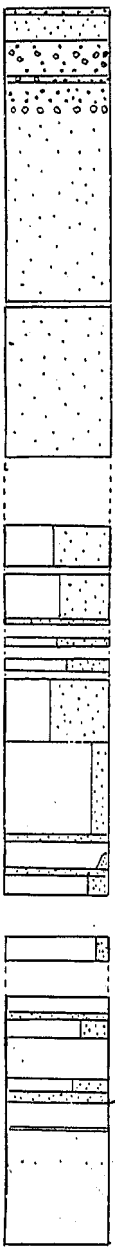
Loc. 574~8
ツフモ



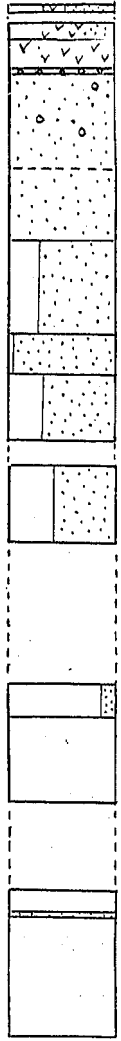
浜層
中里層

柱状図

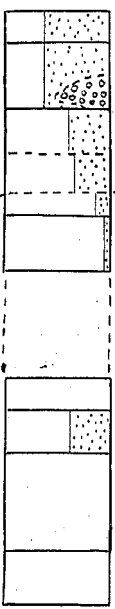
Loc.529-540
長浜-反町



Loc.552-4
568,569
富岡海岸



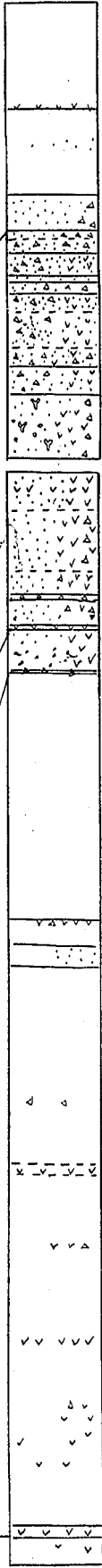
Loc.574-8
ツフモ



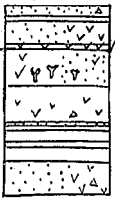
浜層
中里層

Loc.501-516
八景園海岸-小柴海岸

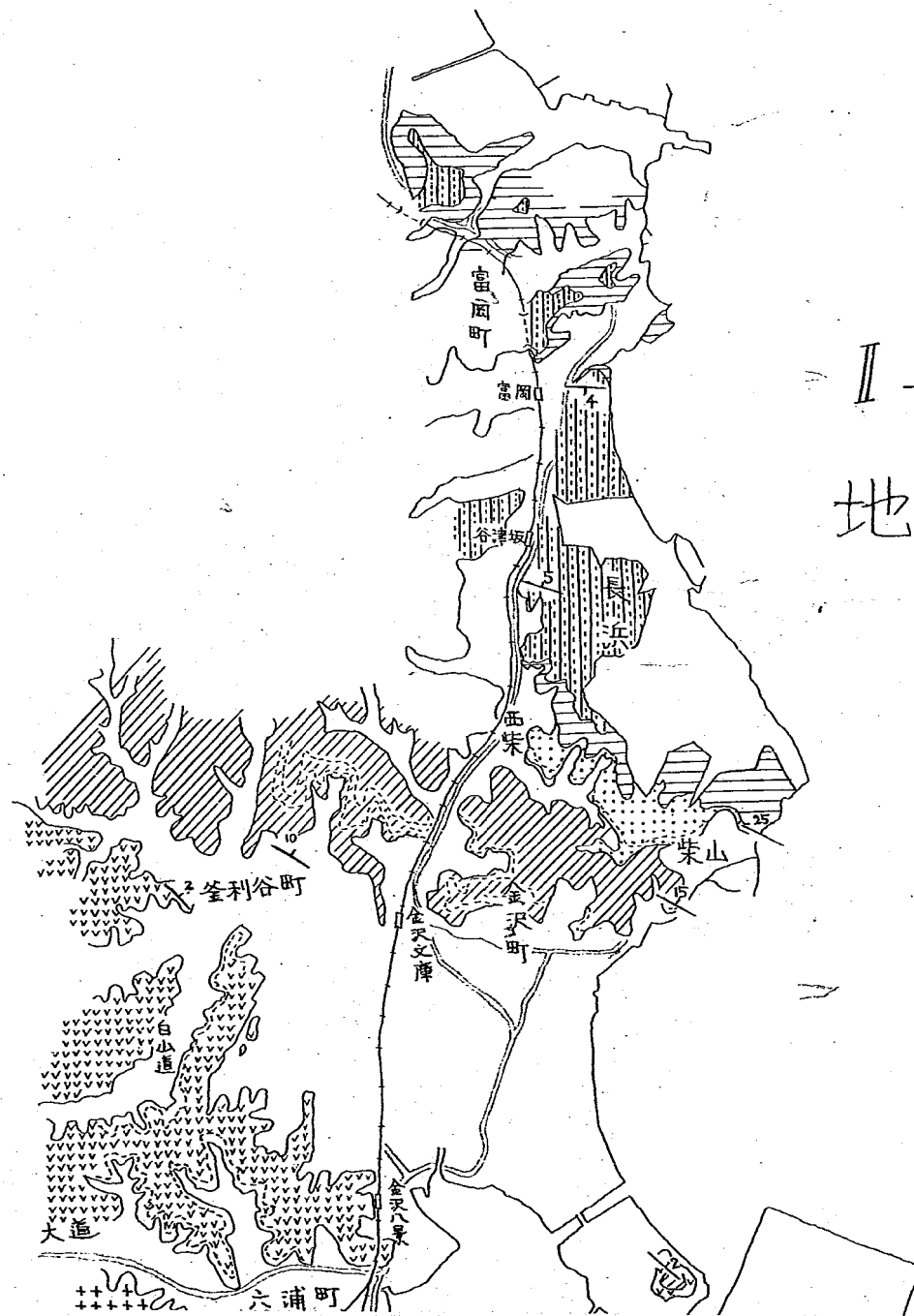
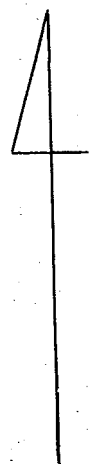
小柴層



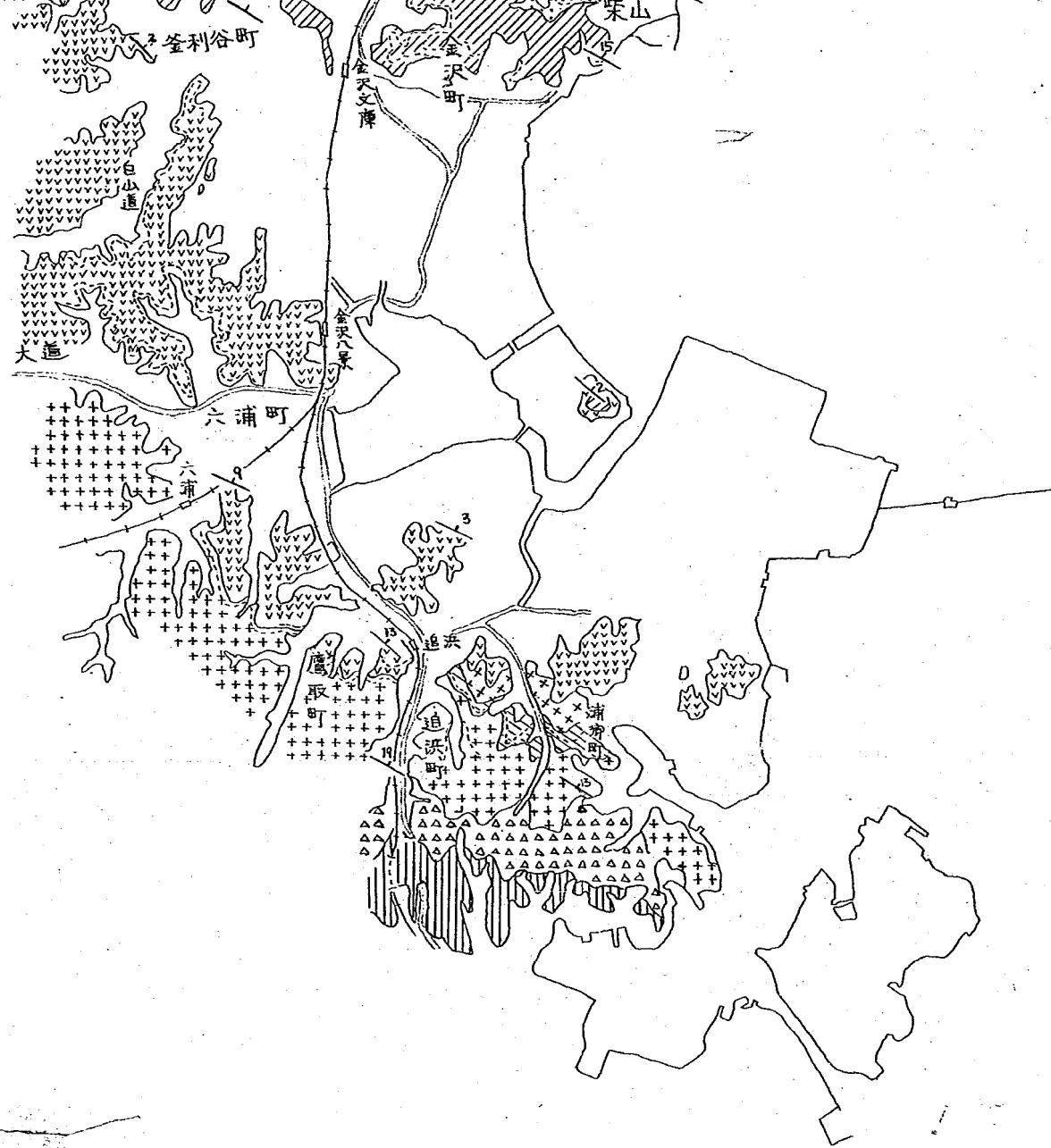
Loc.520
西柴



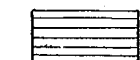
大船層



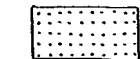
Ⅱ-5 富岡～水走
地質図 ($\frac{1}{25,000}$)



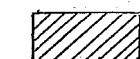
浜層



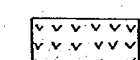
中里層



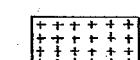
小柴層



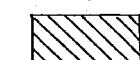
大船層



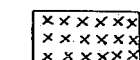
野島層



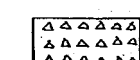
浦郷層



浦郷中部泥層



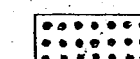
浦郷上部砂礫層



池子層



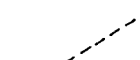
逗子層



走水層



大津層

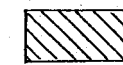


火砕質鍵層

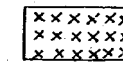


走向及傾斜

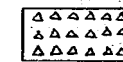




浦郷中部泥層



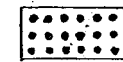
浦郷上部砂礫層



池子層



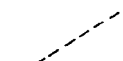
逗子層



走水層



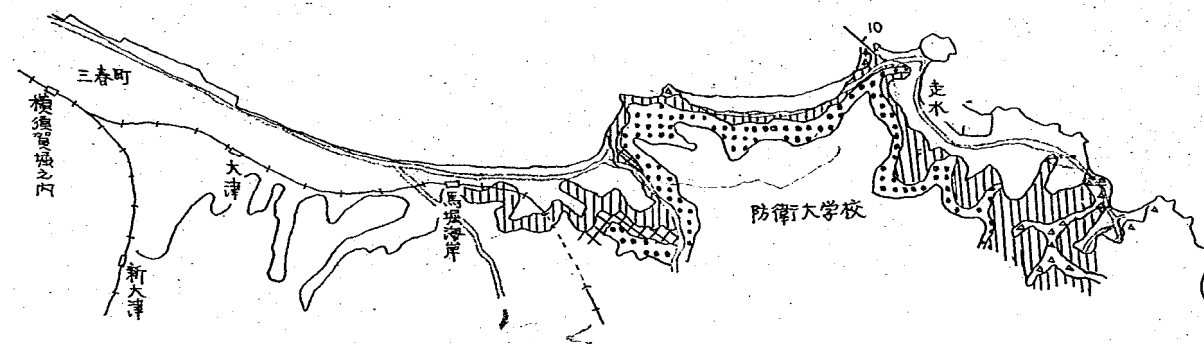
大津層



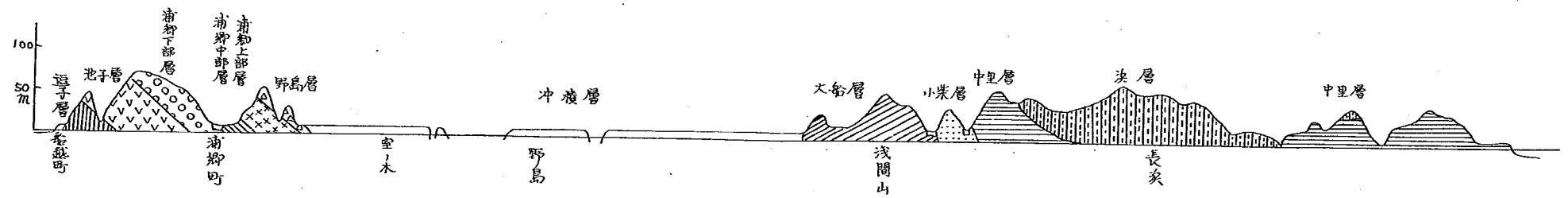
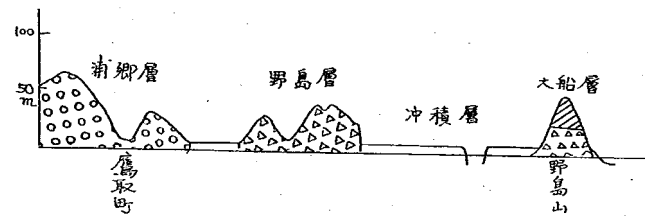
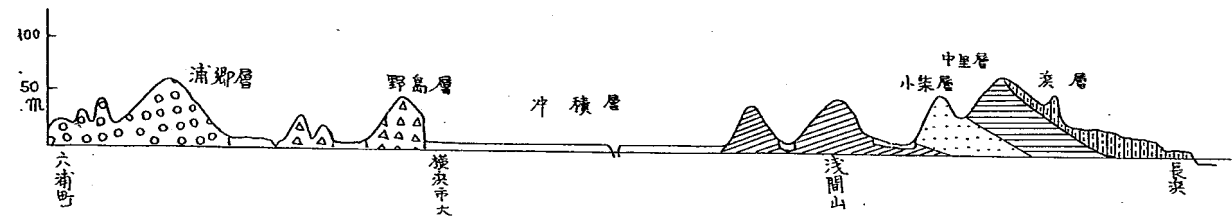
火砕質鍵層

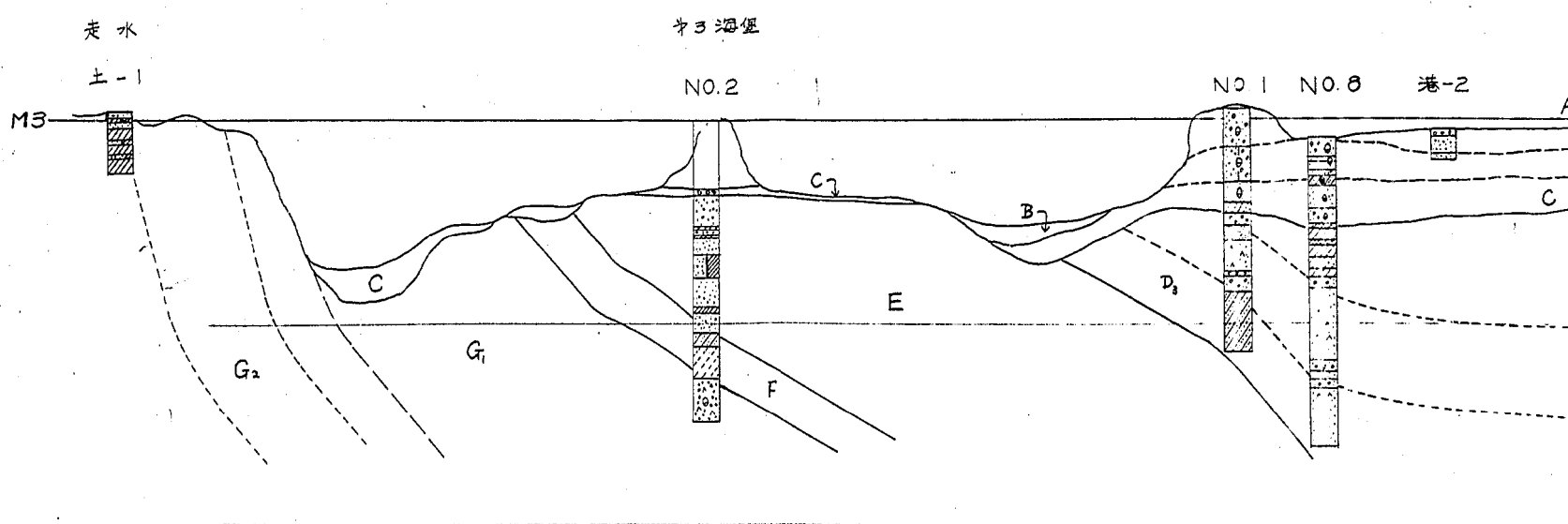
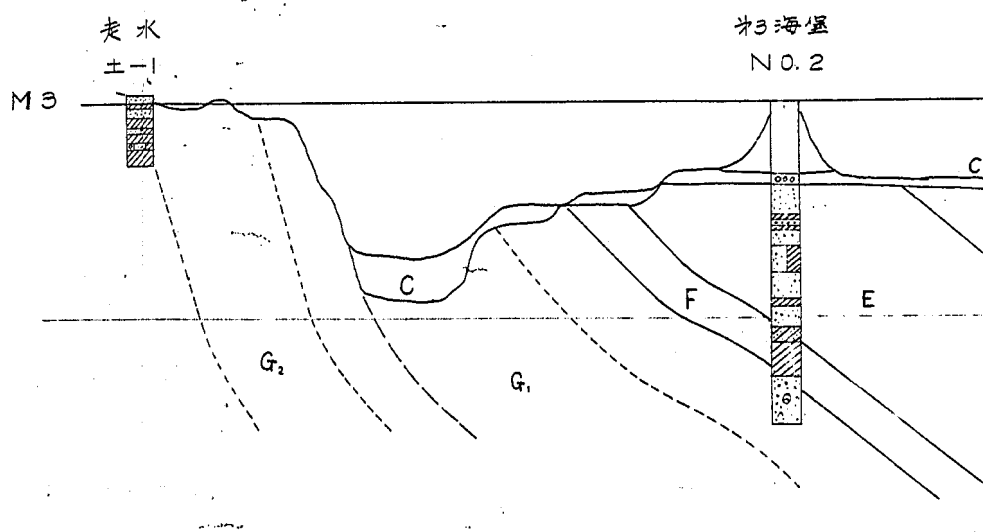
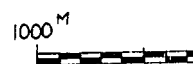


走向及び傾斜



Ⅱ-6 富岡 - 走水地質断面図 ($\frac{1}{25,000}$)





東京湾口地質断面図

Scale: $\frac{1}{25000}$ (horizontal), $\frac{1}{2500}$ (vertical)

