

沿岸海域基礎調査報告書 (伊予長浜地区)

平成13年3月

国土地理院

目 次

調査の概要	1
- 1 調査地域	1
1) 調査範囲および位置	1
2) 調査地域概要	1
- 2 調査方法	3
1) 資料収集	3
2) 沿岸部土地条件調査	3
3) 海岸基準点測量および船位測定	3
4) 潮位観測	3
5) 海底地形調査	9
6) 底質調査	9
7) 海底土地条件調査	9
8) 使用機器	9
調査の結果	12
- 1 陸域の地形	12
1) 地形概要	12
2) 地形区分	12
3) 地形分類	16
- 2 陸域の地質	18
1) 地質概要	18
2) 地質各説	18
- 3 海域の地形	22
1) 中央海底谷	22
2) 調査海域北東部	22
3) 調査海域南西部	24
4) 調査海域北西部	24
5) 人工改変地形	25
- 4 底質の状況	27
1) 底質分布	33
2) 粒度分析結果	35
- 5 海域の地質	42
1) 地質概要	42
2) 地質各説	42
3) 地質構造	49
4) 地質構造発達史	50
- 6 気象・海象	66
1) 海象	66
2) 気象	67

利用保全上の問題点 75

参考文献 77

巻末付図

ボーリング位置図

ボーリング柱状図

音波探査記録例位置図

音波探査記録

図 表 目 次

図 - 1	調査位置図	2
図 - 2	沿岸海域基礎調査作業工程図	4
図 - 3	海岸基準点配置図	5
図 - 4	リアルタイムディファレンシャルGPS (DGPS) 測位モード図	6
図 - 5	簡易験潮所設置位置図	7
図 - 6	簡易験潮所設置諸元 (潮位関係図)	8
図 - 7	航跡図	10
図 - 8	陸域地形区分図	14
図 - 9	接峰面図	15
図 - 10	四国中央部の三波川結晶片岩類の模式柱状図	19
図 - 11	本調査地域の地質図	21
図 - 12	海底地形図	25
図 - 13	海底地形分類図	26
図 - 14	底質採取地点位置図	28
図 - 15	底質区分の粒径基準	29
図 - 16	混合底質の分類基準	29
図 - 17	底質分布図	37
図 - 18	土粒子の密度分布図	38
図 - 19	中央粒径値 (Md) 等値線図	39
図 - 20	淘汰度分布図	40
図 - 21	歪度分布図	41
図 - 22	地層断面位置図	52
図 - 23	地層断面図 (その1) ~ (その4)	53 ~ 60
図 - 24	調査海域のパネルダイアグラム	61 ~ 62
図 - 25	沖積層等層厚線図	63
図 - 26	基盤等深線図	64
図 - 27	調査海域の地質構造図	65
図 - 28	上げ潮最強時の潮流	68

図 - 29	下げ潮最強時の潮流	68
図 - 30	表層の恒流模式図	69
図 - 31	冬季表層の水温	69
図 - 32	冬季表層の塩分	70
図 - 33	1973年1月の透明度水平分布	70
図 - 34	調査地域の気候(その1)~(その3)	72

表 - 1	海岸基準点測量成果一覧表	4
表 - 2	主要使用機器一覧表	11
表 - 3	本調査地域の地質層序表	20
表 - 4	粒度分析結果一覧表(その1)~(その3)	30 ~ 32
表 - 5	調査海域の地質区分表	43
表 - 6	気象概要表	71

調査の概要

- 1 調査地域

1) 調査範囲および位置

調査範囲は、東経132°22'30''～132°30'00''、北緯33°30'00''～33°40'00''の範囲で、伊予灘東部の海域と出石山を中心とする陸域が包含される。国土地理院発行の1:25,000地形図では、「伊予長浜」、「出海」の2図葉にまたがる(図-1)。

その面積は、約214k㎡で、陸域面積約85k㎡、海域面積129k㎡である。

行政区は、愛媛県喜多郡長浜町、西宇和郡保内町、大洲市、八幡浜市の2市2町にわたる。そのうち、伊予灘に面するのは長浜町、保内町の2町である。

2) 調査地域概要

調査地域は、愛媛県西部に当たり、長浜港付近から佐多岬半島の基部に至る海岸線と沖合の伊予灘、山地を主とする陸域から構成されている。調査地域内には出石山付近に瀬戸内海国立公園、沿岸部に佐田岬半島・宇和海国立自然公園が設定されており、全体に風光明媚な豊かな自然環境が残されている。

調査地域は陸部の面積の70%以上が標高200m以上であり、標高50m以下は10%に満たない。海岸線は北東-南西にほぼ直線上にのびる崖海岸であり、海浜部は極めて少ない。このため、調査地域への移動はJR四国の予讃線で伊予長浜へはいるか、国道378号線を利用するかである。特に、調査地域中部から南部への移動には伊予鉄南予バスに限られるため、国道、県道を利用したの車両による移動が主流となっている。また、平成12年には四国縦貫自動車道が隣接する大洲市まで開通したため、道路の拡幅、改良が促進されている。

調査地域の気候は、温暖少雨の瀬戸内海性気候に属していて、年平均気温が15.5℃と温暖な気候で、年間平均降水量は1,505mmと少ない。

農業は狭小な耕地で行っていて、甘藷の段々畑を利用して転作を行った柑橘類が主要農産物となっている。また、林業は民有林の57%が人工林であり、樹種はスギ35%、クヌギ22%、ヒノキ21%、マツ2%、その他20%である。製材の他、パルプ用チップが作られている。また椎茸栽培も盛んに行われており、乾椎茸は特産品として定着している。漁業は、瀬戸内の豊富な魚種を対象に沿岸漁業がなされていて、マダイ・ヒラメ・アジ・クルマエビ・アワビなどが水揚げされている。

商工業については、地元資源活用型の地場産業が育成されている。特に、長浜港を含めた臨海型工業団地を造成し、企業の誘致を行っている。今後が期待されている。

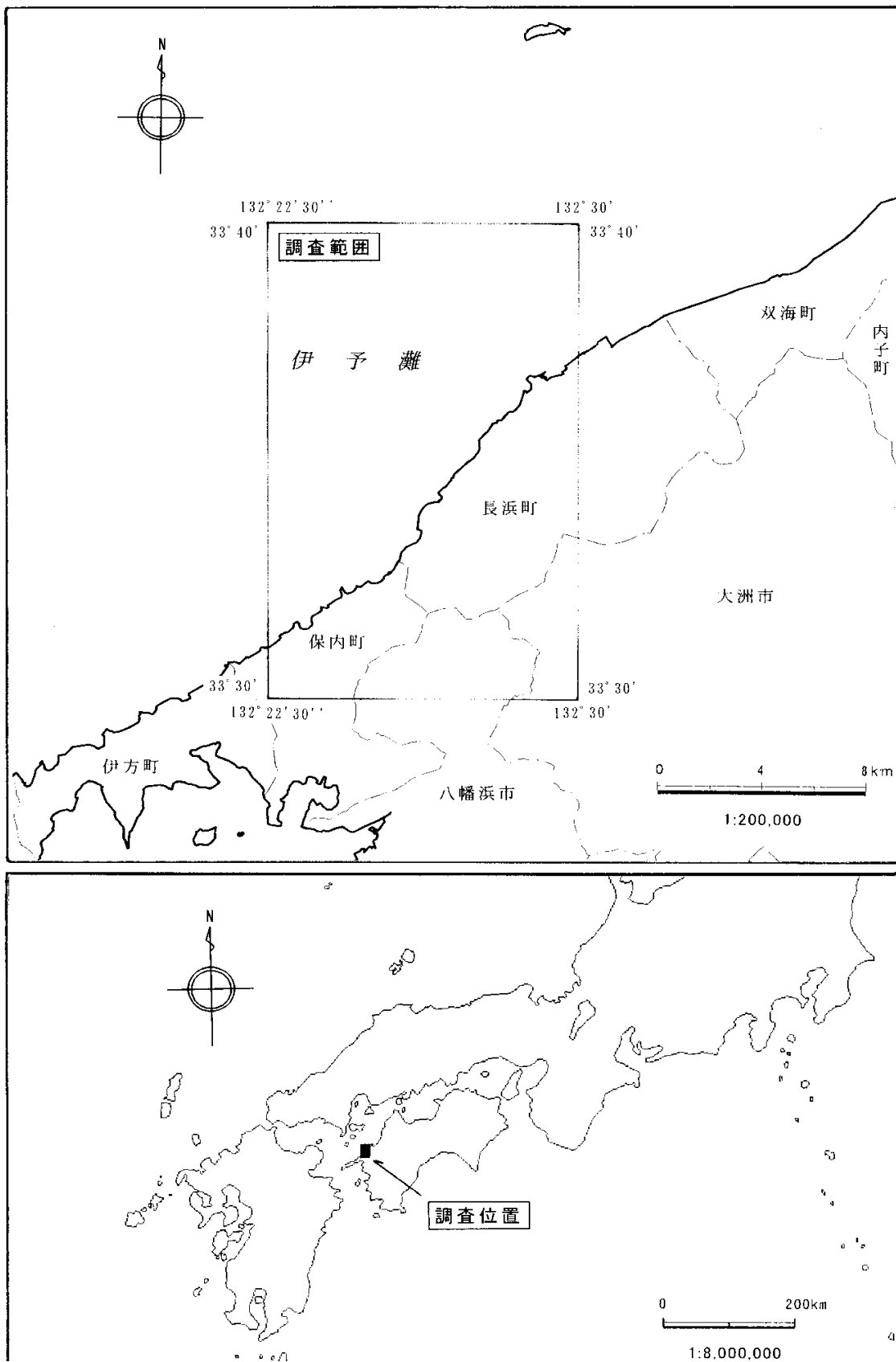


図1 調査位置図

- 2 調査方法

この沿岸海域基礎調査は、図 - 2 に示す作業工程に基づいて平成 12 年度に実施した。

1) 資料収集

本調査において作成する沿岸海域地形図、沿岸海域土地条件図および報告書に必要な種類の資料・文献等を関係機関に依頼して収集した。

2) 沿岸部土地条件調査

この調査は、沿岸陸域の地形・地質状況および各種機関・施設等を調査し、国土地理院発行の 1:25,000 地形図「伊予長浜」、「出海」の各図葉を基図にして土地条件図原稿図のうちの陸域部分を作成する作業である。

地形分類は、空中写真による地形判読から作成した予察図をもとに、露頭観察、土地利用状況等の観察等の現地調査を行って確認した。また、資料収集による各種機関、施設等の位置についても、現地確認もしくは空中写真判読による確認を行った。

3) 海岸基準点測量および船位測定

海岸線の変化部分の位置を出すため、および船位測定用測位機の点検に必要な基準点を設けるため海岸基準点測量を実施した(図 - 3)。海岸基準点測量は国土地理院の国家三角点を用いて、GPS 測量(スタティック法)で行った。

調査船の船位測定は、リアルタイムディファレンシャルGPSシステムを用いたDGPS法により実施した。

船位測定に使用したDGPS法では、図 - 4の模式図に示すように、調査船の移動局単独ではなく、陸上基準点上に設置した陸上局においても同時にGPS観測を実施する。このうち陸上局の観測により、既に精密測量により得られているその基準点の真位置座標値と、単独のGPS観測により得られた位置座標値との比較を行う事で、GPS観測データに含まれる衛星軌道のズレなどによる誤差データ(ディファレンシャルデータ)が得られる。この誤差データをリアルタイムで調査船に転送し、移動局単独で測定された概略位置を補正するのがDGPSであり、単独測位では得る事のできない高精度の船位が測定できる。今回の調査では、海上保安庁灯台部が運用しているGPS局(瀬戸局)を陸上局として使用した。

このDGPSにより測定された船位データは、音響測深、および音波探査記録と関連づけるとともに、調査船が予定測線上を直線状に航行するよう誘導に用いた。また、測定された船位データは、パーソナルコンピューターを用いてフロッピーディスクに収録し、記録整理・解析時の効率化を図った。

4) 潮位観測

潮位観測作業は、海域調査における音響測深データの潮位補正を行うため、簡易験潮所を設置し海域調査の全期間について観測を実施した。

簡易験潮所は、長浜港内にある愛媛県長浜港験潮所内に設置した(図 - 5)。験潮儀はフロート式のフース型自記験潮器を用いた。

また、この潮位観測結果と本調査における基準面であるT.P.(東京湾平均海面)との関係をつけるため、大洲市にある国家水準点から直接水準測量を行い験潮所の設置諸元にまとめた。(図 - 6)

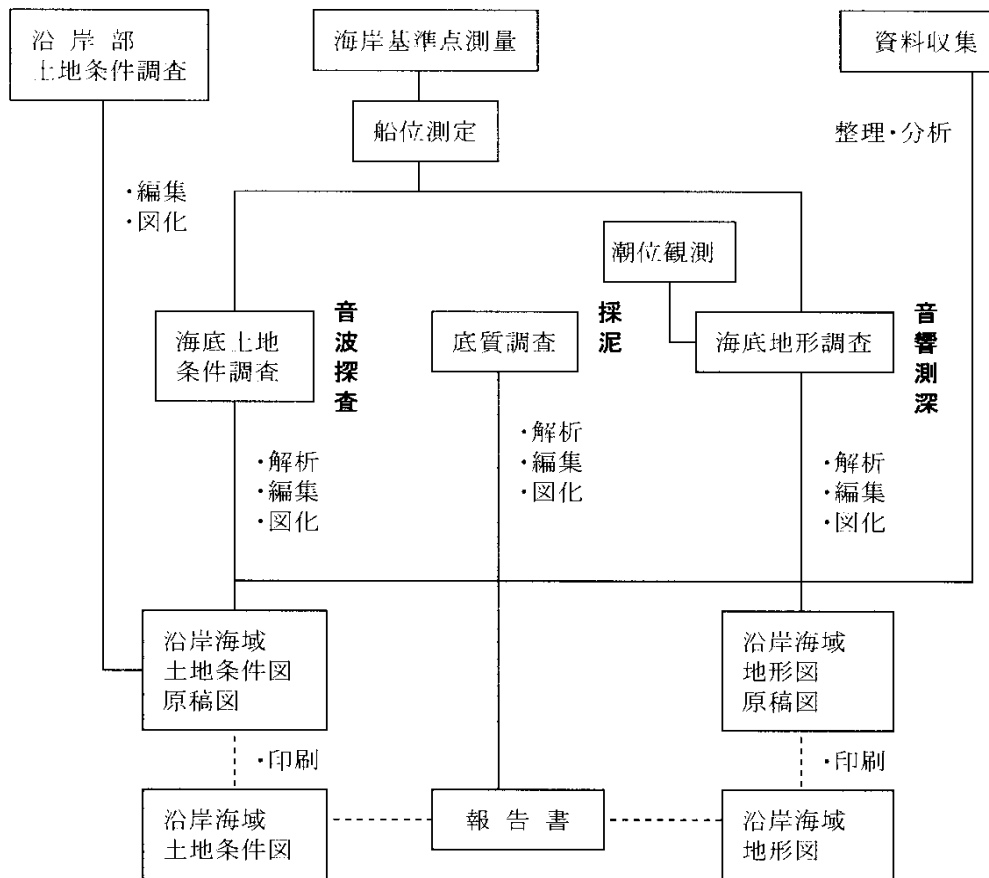


図 2 沿岸海域基礎調査作業工程図

表 1 海岸基準点測量成果一覧表

基準点名	緯度	経度	X座標 (m)	Y座標 (m)	高さ(T.P.)
401	33° 36'59".3801	132° 29'30".7695	68816.953	-93532.754	2.811
402	33° 36'56".9437	132° 28'58".1261	68750.132	-94374.814	2.077

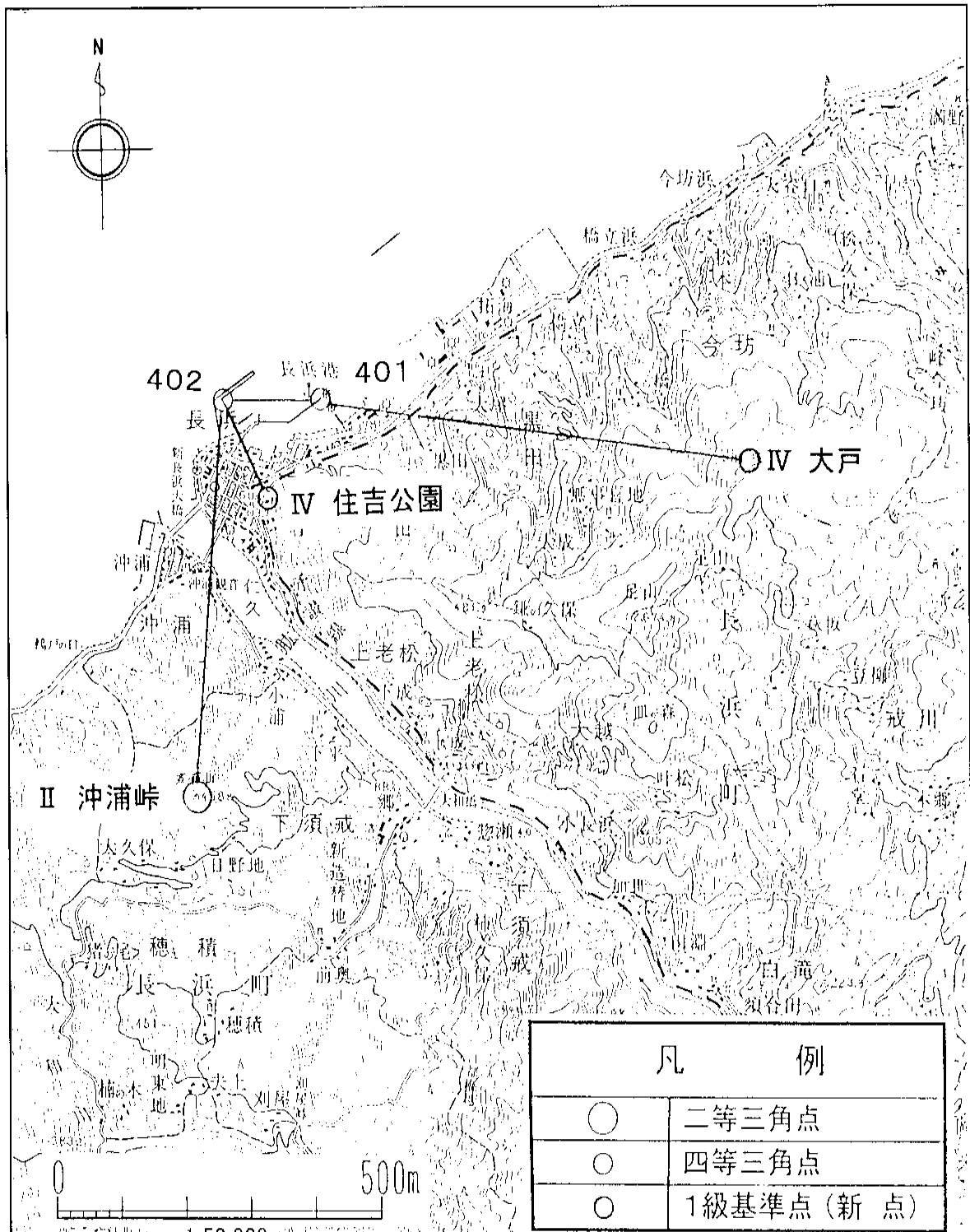


图 3 海岸基準点配置图

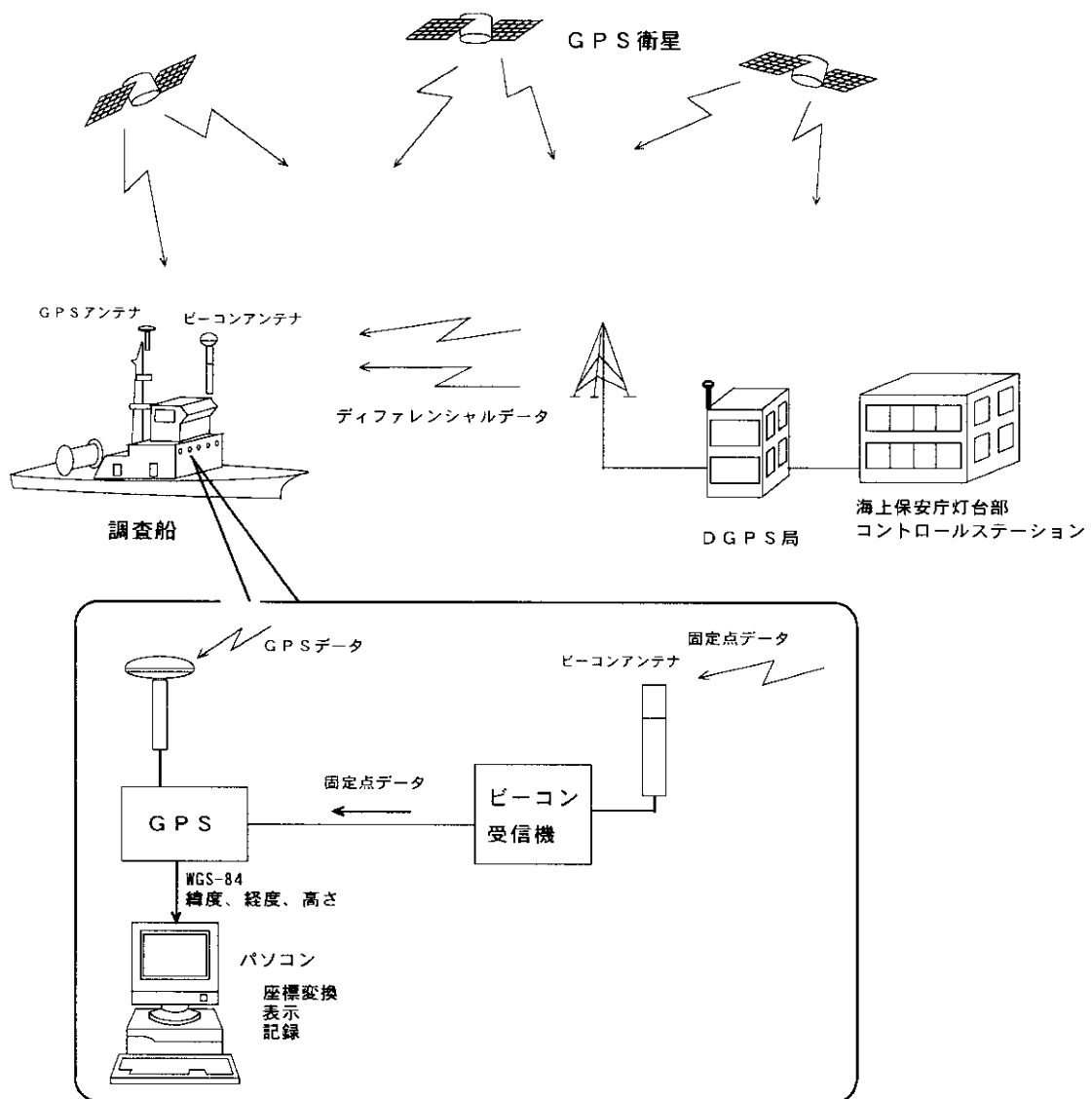


図 4 リアルタイムディファレンシャルGPS(DGPS)測位模式図

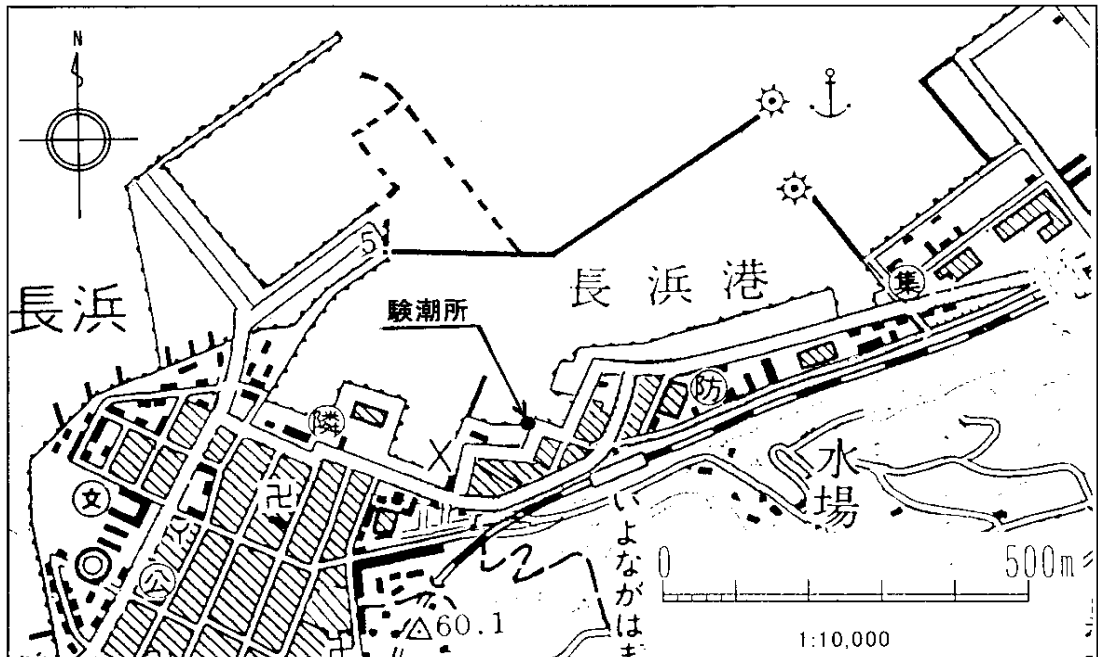
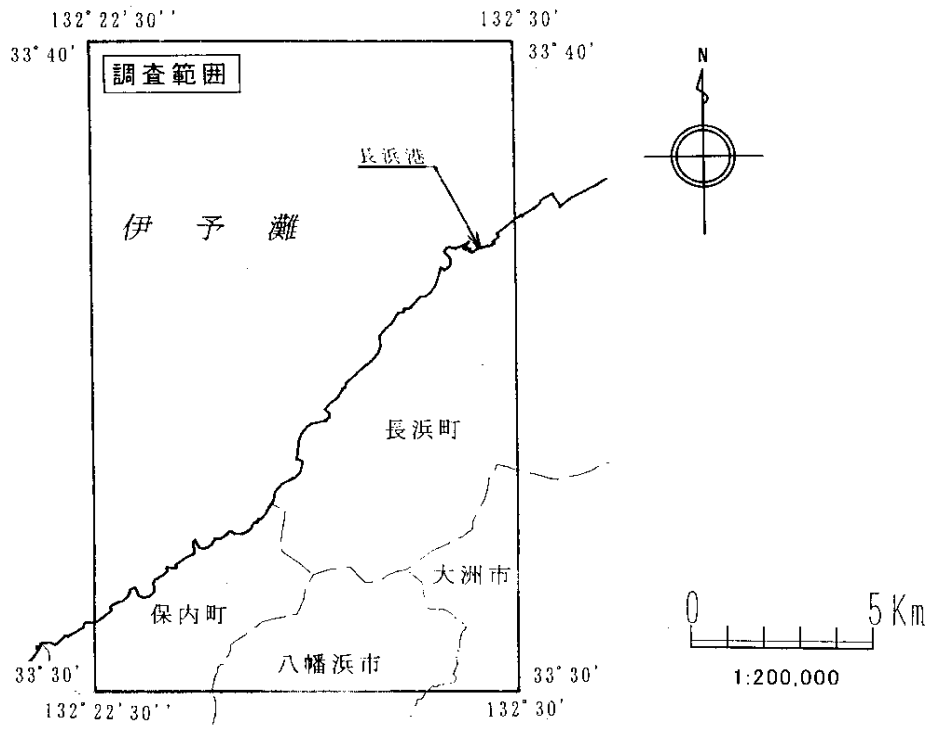


図 5 簡易験潮所設置位置図

副標読み値

験潮器読み値

T.P.値

*一等水準点4559(11.1541m)から取り付け

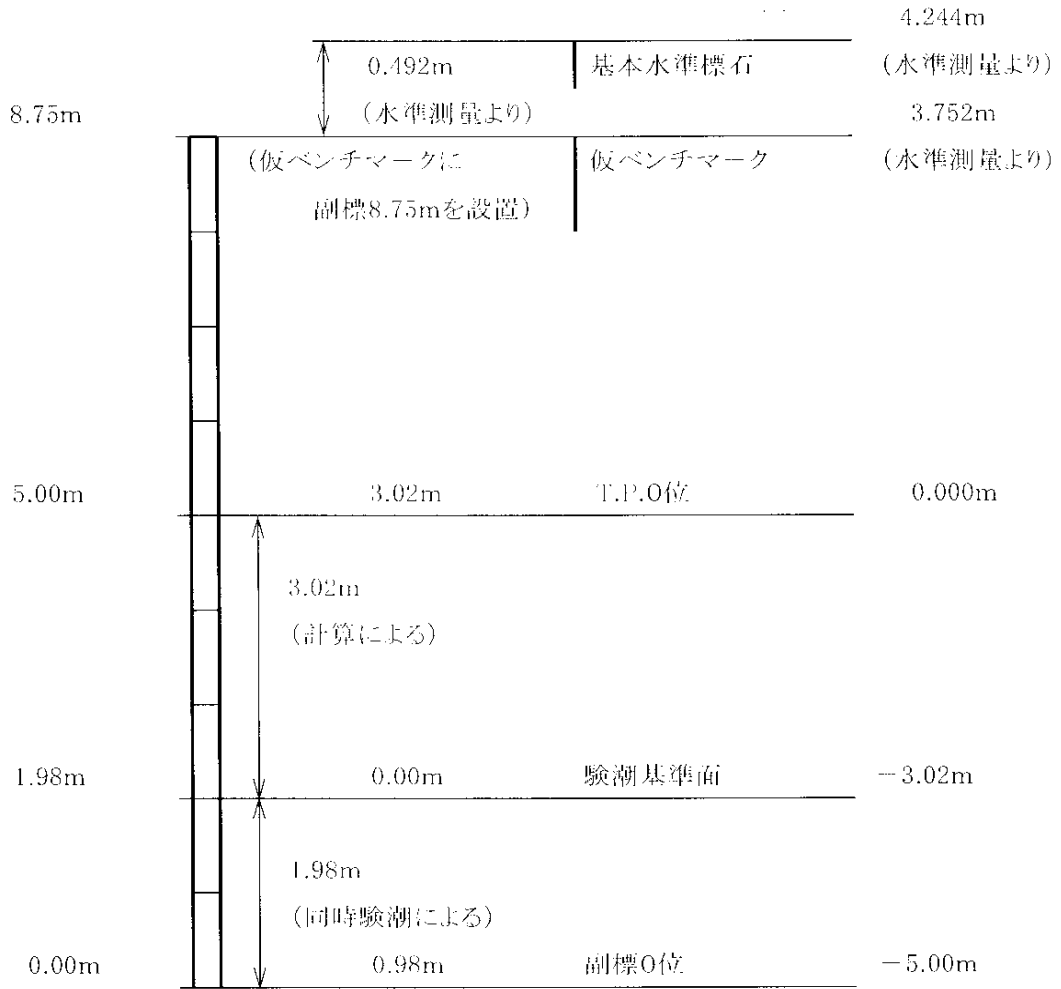


図 - 6 簡易験潮所設置諸元(潮位関係図)

5) 海底地形調査

この調査は、沿岸海域地形図原稿図のうちの海域部分を作成する作業である。調査は、まず海図や既存調査による水深データに基づいて本調査海域の海底地形を十分に把握できるような測線計画を立案した。

音響測深作業は、この計画測線に従って海底土地条件調査の音波探査と同時に実施した(図-7航跡図)。

音響測深は、直下の水深測定を行う1素子のデジタル音響測深機(PS-20R型)を使用し、測定した水深データをデジタルデータとしてパーソナルコンピュータのフロッピーディスクに収録した。

測定した水深データの整理・解析にあたっては、アナログモニター記録を参考として、収録したデジタル水深データの不良データの検討・削除を行うとともに、測定時の喫水補正、パーチェックに基づく音速補正、潮位観測データに基づく潮位補正などを行い、基準面であるT.P.(東京湾平均海面)からの水深データを編集した。この各種補正を行った水深データから、海底地形図描画のために必要な凹地、凸地および傾斜の変換点などを抽出し、平面図上に展開して、水深読取図を作成した。この水深読取図に基づいて、電算出力による等深線図および海図などの既存資料を参考として、1m間隔の等深線表現による海底地形図を作成した。

6) 底質調査

調査海域内において、おおむね2km²に1点程度の割合で計69地点の底質採取点を設定し、スミス・マッキンタイア型グラブ採泥器(採取面積1/20m²)を用いて底質採取を行った。

採取した試料は、その場で標準土色帳による色調判別、臭気の有無・含有物等の鑑定、指触法による底質判定を行い底質調査簿に記載するとともに、カラーチャートを添えて写真撮影を行った。

7) 海底土地条件調査

この調査は、沿岸海域土地条件図原稿図のうちの海域部分を作成するためのもので、磁歪振動式地層探査装置(SP-3型)および放電式音波探査装置(NE-19C型)を用いた音波探査により、海底下の地質状況および地質構造の調査を行った。

調査は海底地形調査において立案した基本計画測線について、音響測深と同時に実施した(図-7における測線符号B~J測線)。

8) 使用機器

本調査で使用した主要機器を表-2に示す。

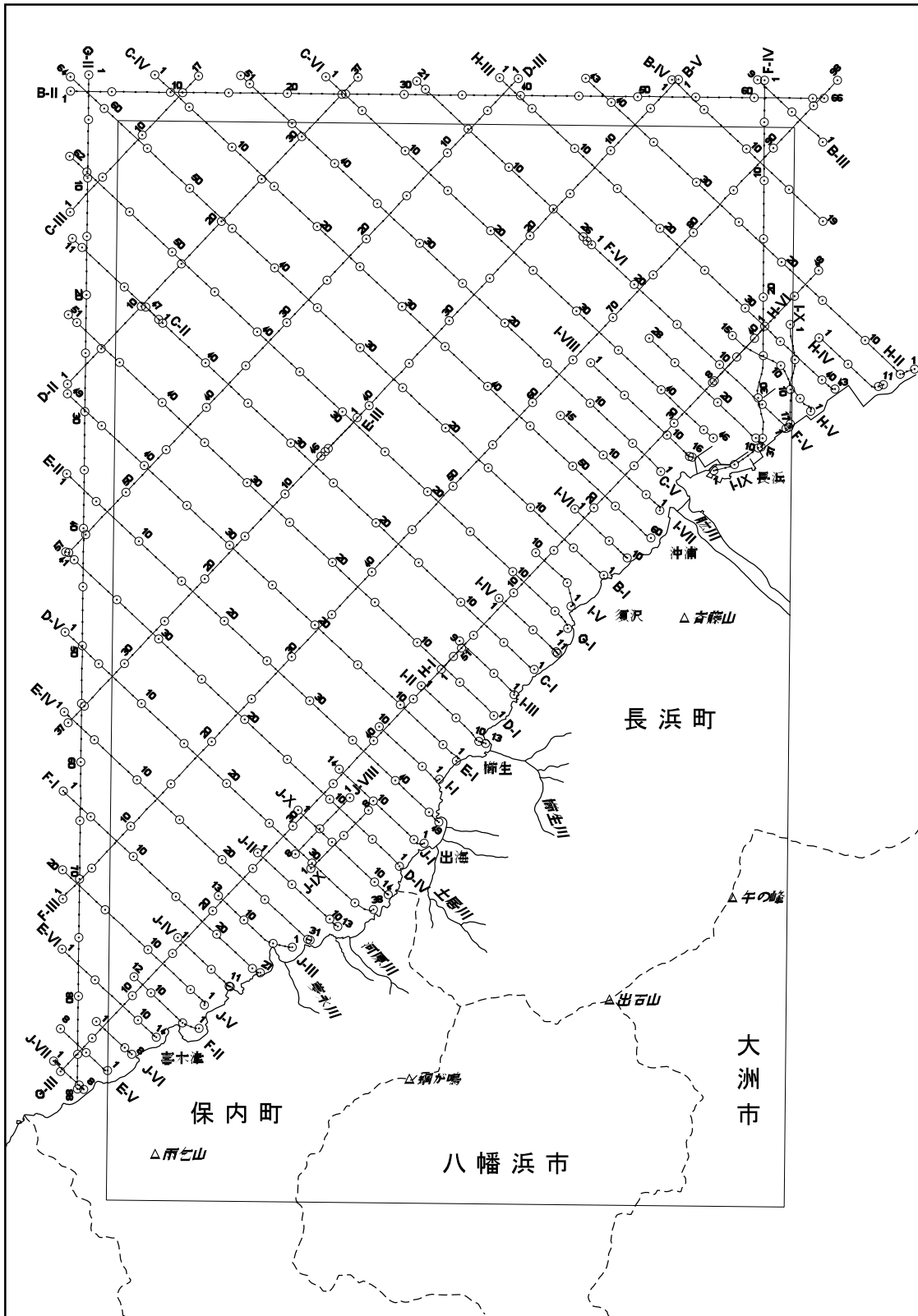


図 7 航跡図

表 2 主要使用機器一覧表

作業内容	使用機器・名称	数量	諸元・備考
海岸基準点測量	GPS(トプコンGP-S1型)	4台	1級GPS測量機に適合
水準測量	3級水準儀(ニコンAS-2型)	1台	3級レベルに適合
潮位観測	潮位計(小笠原計器FL460型)	1台	記録縮率:1/10
船位測定	DXアンテナ DGPSシステムKタイプ [®]	1セット	測位精度:±1.0m 測定間隔:1回/秒
音響測深	精密音響測深機(PS-20R型) デジタル収録装置	1台 1セット	測深精度:±(0.03+D/1000)m パーソナルコンピューター
音波探査	磁歪振動式地層探査機 (カイジョーSP-3型)	1台	卓越周波数:3.5kHz 発振出力:36ジュール 指向角:65°(半減半角) 可探深度:海底下30~50m 記録分解能:約0.5m
	放電式音波探査装置 (日本電気NE-19C型)	1台	卓越周波数:230Hz 発振出力:200ジュール 指向角:無指向性 可探深度:海底下約100m 記録分解能:約2m
底質採取	スミス・マッキンタイア型 グラブ採泥器	1台	採取面積:1/20m ²
記録整理・解析	データ処理・解析システム (ランドマーク ⅴ-MAP plus)	1台	海底地形・音波探査データ解析用 ワークステーション
	ペンプロッター (グラフテックFX6100型)	1台	展開精度:0.02mm

調査の結果

- 1 陸域の地形

1) 地形概要

調査地域は大部分が急峻な山地からなり、低地は、海岸および河川に沿ってわずかにみられるにすぎない。

山地は、伊予灘の海岸線に並行して発達する四国北辺の山地の一部に相当する。主稜線は調査地域のやや南よりのところをENE - WSW方向に延び、東から西に牛の峰（標高661m） - 出石山（812m） - 浄心山（782m） - 銅が鳴（767m） - 雨乞山（499m）とつづき、西方に低くなる傾向がある。

主な河川のうち伊予灘側に流れるものには、肱川とその支流の大和川、上須戎川があり、そのほかに海岸沿いの低地を流れる櫛生川、土居川、河原川、夢永川などの小河川がある。主稜線を分水嶺として南の宇和海に注ぐものには宮内川、出石川、野地川がある。これらの河川は、山地斜面の最大傾斜方向に流れる必従河川がほとんどであるが、大和川の上流および下流部には片理面の一般的な走向方向（NE方向）に発達する適従谷がみられる。後述する長浜町磯崎から大洲市瀬田にかけてのりニアメント沿いにも河川上流部が一直線上につらなる適従谷の部分がみられる。なお、肱川は河口部の長浜町から大洲市にかけての約10kmは、北西 - 南東方向の直線状の流れとなっている。これは、肱川が山地隆起量より川の下方侵食が大きい先行川のためであり、谷地形は先行谷と考えられている。

台地は、上須戎川上流の梶屋敷、猿谷付近に発達し、標高170mの面と200mの面が見られる。谷底平野との比高は10～40mである。

低地には、河川沿いの谷底平野のほかに、海岸沿いの砂州が陸化した海岸平野がみられる。また、肱川河口部には長浜市街地を構成する三角州が発達する。

2) 地形区分

本調査地の地形区分図を図 - 8 に示す。地形区分に際しては、起伏量が 1 km^2 あたり200m以上を示す中起伏～大起伏山地を、段丘が発達する丘陵・段丘を、海岸および河川沿いの低地をとした。以下、各地形について記載する。

a. 山地（ ）

起伏量 200 m 以上/ km^2 を示す中起伏～大起伏山地である。稜線の連続性と分布地を考慮して半島東部山地 a、出石山脈 b、壺神山山地 c、高山寺山山地 dの4地形区に細分した。

a-1. 半島東部山地（ a ）

宮内川沿いの谷から西方の地形区。佐田岬半島を構成する山地の東部にあたる。この山地には中央脊梁にほぼ一致する $N 65^\circ E$ 前後の背斜軸が発達し、西南西へ $10 \sim 20^\circ$ ブランチする構造を形成している。また、背斜軸にほぼ直交する南北方向の高角度の断層がみられる。稜線部の標高は $400 \sim 500\text{ m}$ であり、宮内川渓谷との比高は最大で 450 m である。傾斜は稜線上で $15 \sim 20^\circ$ 、斜面で 20° 以上を示すが、斜面中腹の所々では $30 \sim 40^\circ$ と急傾斜になっている。

山地を構成する三波川変成岩類は、風化残積土壌が一般に肥沃なため、伊予灘側の喜木津、宇和海側の宮内周辺では中腹以下の急傾斜地にみかん畑が広く開かれている。

a-2. 出石山脈 (b)

調査地域でもっとも広い面積を占める地形区。牛の峰 - 出石山 - 浄心山 - 銅が鳴山とつづく出石山脈からなる。標高600 ~ 800mを示す主稜線は本地形区のやや南方をNNE - SSW方向に延び、最高点は標高812m(出石山)である。また、主稜線から北または南に向かい標高400 ~ 600mの稜線が延びている。

本地形区の特徴としては、主稜線のうち牛の峰 - 出石山 - 郷の峠付近までは約3kmにわたり直線状になっており、主稜線南側斜面の稜線近くには30°以上40°未満(一部で40°以上)の急斜面が発達していること、北側斜面は傾斜15°以上20°未満、20°以上30°未満の相対的に緩傾斜の斜面が主体を占めており南側斜面と対照的であること、同様の地形は銅が鳴付近でも認められること、が挙げられる。

なお、土地分類基本調査「大洲」、「伊予長浜」によると、出石山 - 銅が鳴を含む四国北辺の山地は大観すれば南へ傾く典型的な傾動地塊となっている。しかし、本調査地域は、その傾動地塊の北西部に相当するため、調査地域の地形のみを概観する限り、その傾向は明瞭ではない。

本地形区の地質は主に塩基性片岩(緑色片岩)よりなり、山地斜面に対して流れ盤になっている片理面が多いため、風化剥離層の地すべりが多い。その風化残積土は肥沃で森林植生の発育がよく、崩積土層がのる安定斜面(磯崎から長浜にいたる標高約300m以下の北斜面および宮内から日土にいたる標高約400m以下の南斜面)には、広範なみかん畑が開かれている。また山腹緩斜面には谷上、桜、都梅、刈屋、明東地、穂積などの集落が点在している。

なお、大和川上流 ~ 中流の長浜町豊茂には標高200 ~ 350m、東西1.5km、南北4.5kmほどの山間凹地が発達しており、左岸側の池成、中央等には若干の傾斜・起伏を有する標高250 ~ 300mの平坦面がみられるが、段丘堆積物は確認されていない。図 - 12の接峰面図によると右岸側の標高250 ~ 300mには、幅300 ~ 500mほどの定高性のある地形が発達している。残存平坦面は久保田、下村付近の集落・畑付近に限られ、多くの部分は細い尾根状地形を呈し、松林や雑木林となっている。

a-3. 壺神山山地 (c)

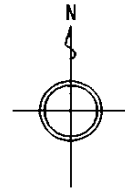
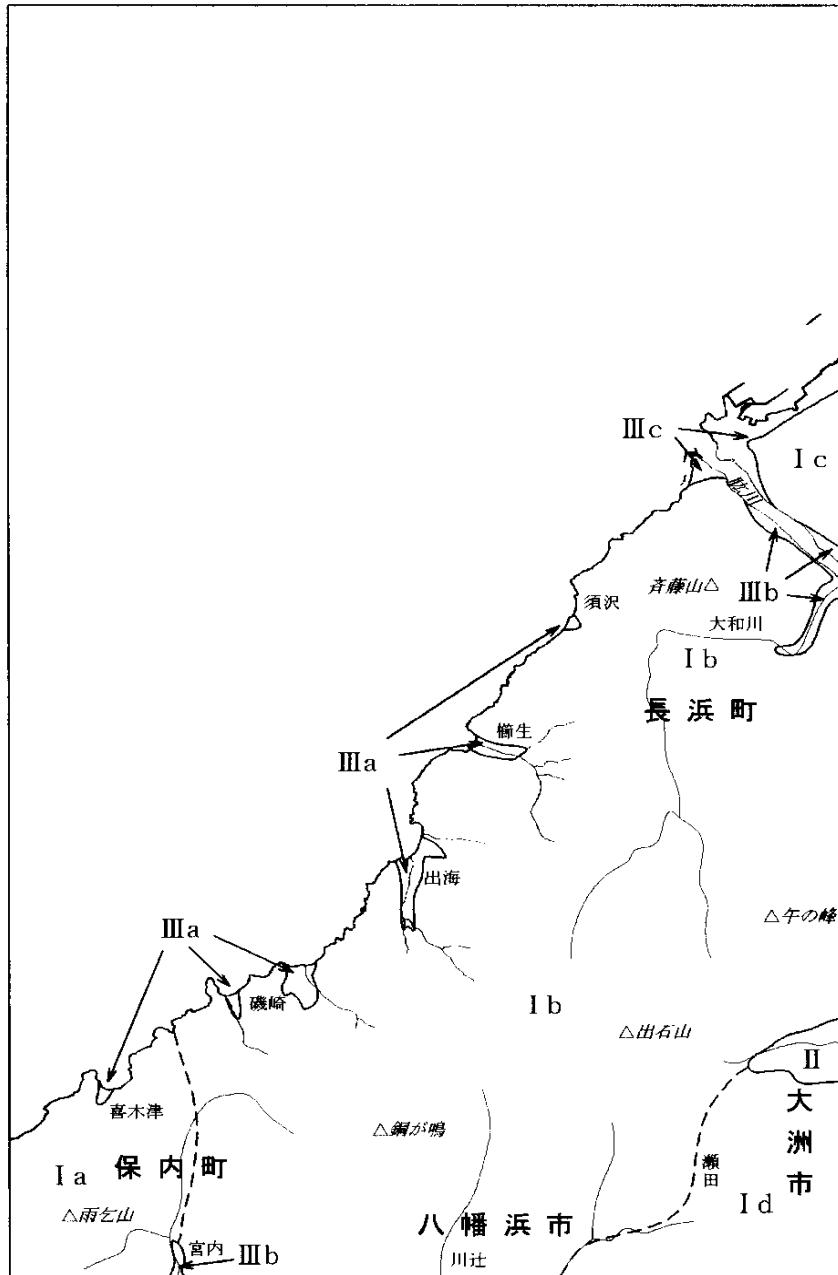
本地形区は、肱川右岸の山地で、出石山脈(b)と同じく、四国北辺の山地の一部である。標高は100 ~ 300mであり、伊予灘および肱川に面する斜面は30°以上40°未満の急傾斜になっている。斜面中腹の黒田付近(標高100 ~ 250m)では、傾斜15°以上20°未満の相対的に緩い斜面が発達する。

a-4. 高山寺山山地 (d)

本地形区は、調査地域東方の高山寺山から南方の鞍掛山へつづく中起伏山地からなる。標高は400 ~ 600mほどである。出石山脈(b)より風化に対する抵抗性の小さい黒色片岩からなるため、傾斜20°以上30°未満の比較的緩やかな晩壮年期性山地となっており、やや小規模で複雑な谷が発達する。八幡浜市瀬田、大洲市沼田、梶ヤ谷など山地斜面や谷部に棚田が分布する。

b. 丘陵・段丘 ()

本地形区は大洲市上須戎に位置し、調査地域東方から続く地形区である。肱川支流の上須戎川の上流部にあたり、調査地域付近では丘陵地というより狭長な谷底平野と兩岸



凡 例

I	山地
Ia	半島東部山地
Ib	出石山地
Ic	壺神山山地
Id	高山寺山地
II	丘陵・段丘
III	低地
IIIa	出海・榑生低地
IIIb	肱川・大和川低地
IIIc	長浜三角州

図 8 陸域地形区分図

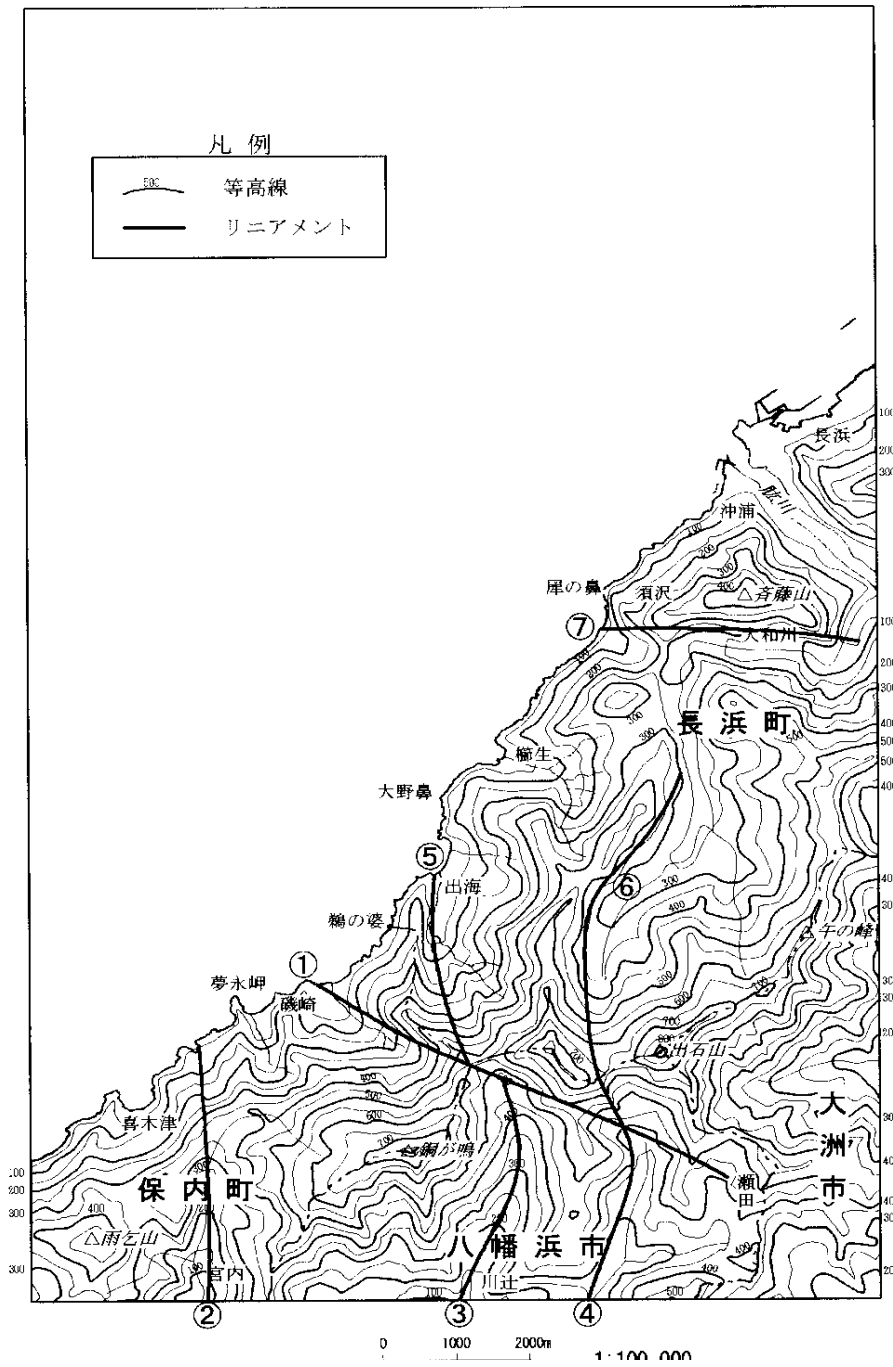


図 9 接峰面図 (250m 谷埋法)

の段丘地形が特徴的である。段丘面としては初尾、梶屋敷、猿谷付近の谷底平野との比高10m、40mの面の発達が顕著である。段丘堆積物は結晶片岩の亜円～亜角礫を含む礫層からなる。

c. 低地 ()

c-1. 出海・櫛生低地 (a)

伊予灘に面する海岸に発達する小規模な低地。須沢、櫛生、出海、磯崎、夢永、喜木津に発達する。主に河成の谷底平野からなるが、須沢、櫛生、出海の海岸沿いには砂州が陸化した狭長な海岸平野もみられる。低地の大部分は排水のよい勾配をもち、自由地下水水面は高い。地耐力もあるため集落の大半が集中している。

c-2. 肱川・大和川低地 (b)

肱川および大和川等の河川沿いに発達する谷底平野。肱川沿いの低地は標高2mほどで、その分布幅は右岸で100m、左岸で50mほどである。大和川沿いの低地は標高10～20m、幅100～200mほど、宮内川沿いの低地は標高30～50m、幅70mほどである。

c-3. 長浜三角州 (c)

肱川河口に排出される大量の土砂(主に砂礫)と伊予灘の沿岸流によって形成された、やや東なびきに成長したカスプ状三角州である。三角州の規模は、沿岸流が強いため肱川河口部右岸側で500m×500m、左岸側で400m×400mほどと小規模である。標高は右岸側で1.5～3.5m、左岸側で2～4mで、いずれも山際が高い傾向にある。

図-9の接峰面図により判読した最も顕著なリニアメントは、長浜町磯崎から大洲市瀬田にかけての低地-谷-尾根鞍部を通り、主稜線(出石山を含む山稜)を切るESE-WNW方向のものであり、空中写真でも明瞭に追跡できる。このほかのリニアメントとしては、南北性の保内町宮内の平家谷、八幡浜市川辻の出石川沿いの谷、八幡浜市尾之花の野地川沿いの谷、長浜町出海の低地～谷、大和川上流～中流沿いの谷があり、東西性のものに須沢～大和川下流沿いのものがある。

なお、のリニアメントを境にして、その南側の山稜最高点(銅が鳴)は北側(出石山)より50mほど低く、のリニアメントの西側の最高点(雨乞山)は銅が鳴より250mほど低い。

3) 地形分類

調査地域の地形について、その特徴等を記載する。

a. 山地・斜面

a-1. 山地斜面

調査地域は地すべりの多い地域であり、地すべり崩積土の分布が想定される山腹緩斜面が伊予灘に面する斜面や八幡浜市日土付近の斜面に集中している。

a-2. 山間谷底

谷地形が尾根近くまでのびることに伴い、山間谷底の発達が顕著である。その傾向は牛の峰-出石山-浄心山-張木山へとつづく山稜で囲まれた斜面および出石山の東南斜面で大きい。

a-3. 山麓堆積地形

調査地域を流れる主な河川沿いに発達する。このうち保内町磯崎付近の山麓堆積地形

は、地形形成後の河川による侵食で山際が山地斜面と分断されたため、その見かけ上の分布は幅 150m × 長さ 600m の細長いものになっている。

a-4 . 主な遷急線

本調査では明瞭な遷急線のみを抽出している。一般に遷急線は、谷底の周囲に普遍的にみられるものであり、侵食前線とされる。調査地域では山地斜面に地すべり等が多く、崩積土等の堆積により、小規模ながらも明瞭な遷急線が所々に発達している。特に、海岸沿いの須沢や櫛生付近の斜面、出石山 - 銅が鳴の南斜面に多い。

a-5 . 滑落崖

山腹緩斜面の上方に発達している。その分布は、伊予灘に面する塩基性片岩分布地の斜面や八幡浜市日土付近の黒色片岩分布地の斜面に集中している。

このうち、黒色片岩分布地にみられるものは、前述の のリニアメントの南側、 のリニアメントの周辺に集中している。黒色片岩は剥離性に富み、断層活動などで容易に破碎され、崩壊を生じやすい。滑落崖の分布状況は、黒色片岩が断層活動等に影響されやすい性質と密接に関連していると考えられる。また、海岸沿いの塩基性片岩分布地の滑落崖は、片理面の走向傾斜との関連が考えられる。

a-6 . 表層崩壊地

調査地域では、その分布が非常に少ない。

b . 台地・段丘

これらの発達は大須賀付近に限られる。

c . 低地

c-1 . 谷底平野（一般面）

谷底平野の分布は、肱川やその支流沿いおよび伊予灘沿いの低地に限られる。土居川（出海集落）と大和川最下流部で幅 200 ~ 300m とやや広いものの、そのほかの場所ではかなり狭い。

c-2 . 三角州（一般面）

長浜市街地が発達する肱川河口部の三角州は、カスプ状であり、堆積物は砂礫からなる。

c-3 . 海岸平野（一般面・微低地）

海岸平野の一般面・微低地とは浜堤の背後や砂州列の間の平坦で低湿な部分、または海岸に面した平坦な部分のことである。その分布は須沢、櫛生、出海に限られ、海岸砂州が陸化した狭長な地形からなる。

d . 人工地形

d-1 . 人工平坦化地

人工平坦化地のうち山間部の平坦化地は豚舎のためのものがほとんどであり、まれに農地、公共施設のためのものがみられる。低地部の人工平坦化地のほとんどは小学校等の施設の敷地である。

d-2 . 埋土地

長浜町市街地周辺には、海側に工場敷地等のための埋土地がかなりの規模で見られ、肱川下流部両岸にも学校や団地のための埋土地がある。そのほか、伊予灘沿いの各集落（須沢、櫛生、磯崎、夢永、喜木津）の海側にも漁港関連のものを中心とした小規模なも

のがある。

なお、埋土地の範囲の確定には、空中写真のほか明治37年測図の旧版地形図を参考にした。

d-3. 改変工事中の区域

伊予灘沿いの国道378号線の改良工事関連、採石場跡として所々にみられる。

- 2 陸域の地質

1) 地質概要

調査地域は、西南日本外帯の三波川帯に属する。三波川帯は、西南日本外帯の北縁部に九州佐賀関半島から関東山地まで延長約800kmにわたって、帯状に分布する低温高压型の広域変成帯である。このうち四国の三波川帯は佐田岬半島から徳島市まで東西延長250kmにわたり分布し、分布幅は四国中央部で最も広く約30kmである。北縁は中央構造線で限られ和泉層群と接する。南縁は八幡浜 - 小松島を結ぶ線で御荷鉾緑色岩類または秩父帯と接する。

三波川帯の構成岩類の主体は、塩基性片岩・泥質片岩を主とし少量の珪質片岩・砂質片岩などからなる結晶片岩であり、そのほかとして変はんれい岩・かんらん岩・蛇紋岩等がある。原岩の堆積時代は、コノドントや放散虫化石の研究から、中生代三畳紀から白亜紀初期までと考えられている。最高変成時期は白亜紀前期で、その後隆起し、古第三紀始新世には地表に露出して、隣接の「郡中」に分布する久万層群の礫を供給した。

更新統の段丘堆積物は、調査地域東端部に小範囲に分布する。

完新統は肱川河口の長浜市街地や櫛生、出海、磯崎等の海岸に面した低地および大和川等の河川沿いの低地に分布する。

2) 地質各説

a. 三波川帯

三波川結晶片岩類の層序は、下部から川口層(泥質片岩に富む)・小歩危層(砂質片岩に富む)・三縄層(泥質片岩・塩基性片岩・珪質片岩からなる)・大生院層(おもに泥質片岩からなる)に区分される。

このうち調査地域に分布する地層は三縄層である。三縄層は岩相から、下部層、主部緑色片岩層・上部層に細分される。下部層は泥質片岩に富み塩基性片岩・珪質片岩をともなう。主部緑色片岩層はおもに塩基性片岩からなる。上部層は泥質片岩・塩基性片岩・珪質片岩などからなり、さまざまな成因と変成履歴をもつテクトニック・ブロックを含む。

なお、四国の三波川帯では、片理面にちかい方向での衝上断層で区分されたいくつかのナップの積み重なった構造が推定されており、四国中央部の三波川帯は下位から大歩危ナップ、別子ナップに区分される。上述の層序区分と対応させると、大歩危ナップは川口・小歩危層に、別子ナップは三縄層、大生院層にほぼ対応する(図-10)。

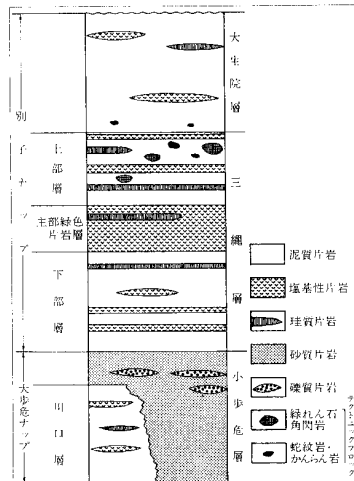


図 - 10 四国中央部の三波川結晶片岩類の模式柱状図

日本の地質 8 四国地方による

以下、図 - 11の地質図の凡例に準拠し、調査地域にみられる各岩相等について述べる。

a-1 . 緑色片岩 (塩基性片岩)

玄武岩や同質の火山砕屑岩を起源とする低変成度の結晶片岩。含まれる緑色鉱物は変成度の低いほうから高いほうへ、パンペリー石、緑泥石、緑れん石、角閃石へと変化する。そのほか斜長石、絹雲母、黒雲母、鉄ばんざくろ石、炭酸塩鉱物などを伴う。片理はよく発達し、微褶曲や柱状鉱物の配列による線構造も観察される。枕状溶岩やハイアロクラスタイト (溶岩が海底に噴出し、海水に触れて急冷してガラス質となり、さらに細かくはじけ細粉となって堆積したもの) などが観察される部分もある。三縄層主部層は主としてこの緑色片岩から構成されている。

調査地域は南部を除き緑色片岩がほとんどを占め、後述する珪質片岩を何層か層状にはさむ。

a-2 . 黒色片岩 (泥質、一部砂質片岩)

泥質岩起源の低変成度の結晶片岩。グラファイトを含み外観が黒色～灰黒色を呈する場合が多いが、一部灰白色の場合もある。おもに石英と白雲母からなる。剥離性が著しく、線構造もよく発達する。灰白色のものは砂質片岩に漸移する。黒色片岩の一部は砂質源である。片理や微褶曲がよく発達しており、軟質な岩盤であることが多い。

大半は主稜線南側の中央から東にかけて分布する。海岸沿いの緑色片岩中にもみられる。

a-3 . 珪質片岩 (石英片岩)

チャート起源の結晶片岩。大部分が石英からなり、雲母、ざくろ石、紅れん石なども含まれる。堅硬であるがしばしば剥離性を有する。白色～灰白色のものとあざやかな赤色～紫赤色のものがあり、後者は紅れん石石英片岩の名称で知られている。

a-4 . 石灰質片岩 (結晶質石灰岩)

方解石の集合からなり、灰白色細粒結晶質である。縞状～片状を呈し、しばしば剥離

性がある板状に割れやすい。調査地域の南端部に分布している。

b. 更新統

地表部の更新統としては、調査地域東端部に分布する段丘堆積物がある。本層は、結晶片岩源の砂礫層であって、部分的に砂層をはさむ。含まれる礫はかなり風化している。

既存ボーリング資料によると、肱川河口部付近および長浜港沖合には砂礫層を主体とする地層が分布している。その層厚は河口部付近で5～12mほどであり、基底面は標高-23～-30m付近に位置する。直下には主に三波川変成岩類が分布するが、河口左岸部には第三紀層相当層と推定される層厚5～8m、N値20～40の硬質な粘土層等が局部的に分布する（他地域との第三紀層との対比は不明である）。

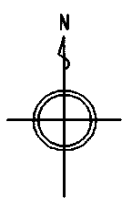
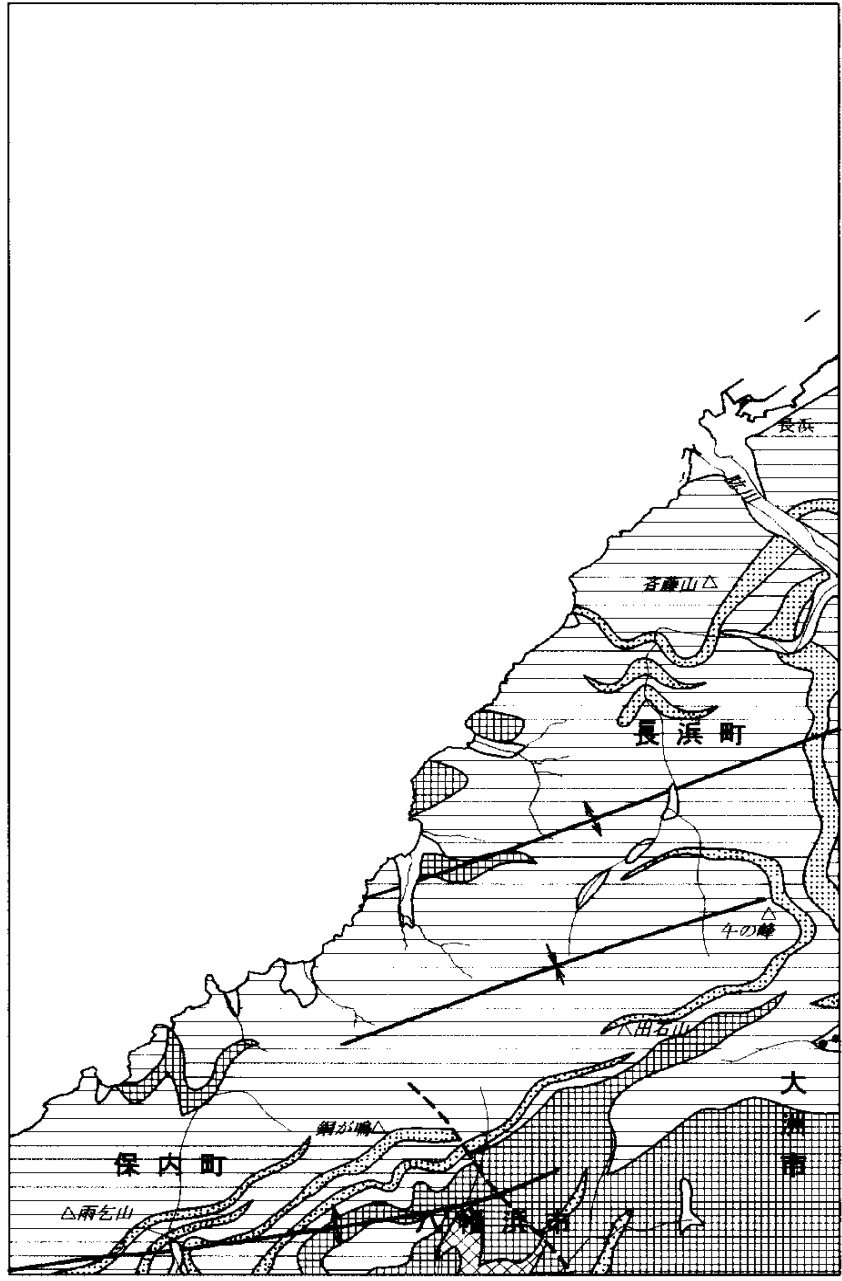
c. 完新統

完新統は肱川河口の長浜市街地や櫛生、出海、磯崎等の海岸に面した低地および大和川等の河川沿いの低地に分布する。

長浜市街地の完新統は、新長浜大橋のボーリング資料によると15～20mの層厚を有する砂礫層を主体とする地層で、層厚5m以下の粘性土層を部分的にはさむ。基底面は標高-16～-18m付近に位置する。

表 - 3 本調査地域の地質層序表

時 代		地質区分	特 徴	
新 生 代	第 四 紀	完新世	完新統	低地部を構成する堆積物。シルト,砂,砂礫からなる。
		更新世	更新統	主に段丘を構成する地層。砂礫層を主体とする。
中 生 代		三 波 川 変 成 岩 類	黒色片岩 (泥質片岩)	主に石英と黒雲母からなる。黒色～灰黒色で剥離性が著しく、線構造もよく発達する。黒色片岩の一部は砂質源である。
			緑色片岩 (塩基性片岩)	主に含まれる緑色鉱物は変成程度の低い方からパンペリー石－緑泥石－緑れん石－角閃石と変化する。そのほか斜長石,雲母族,ざくろ石族,炭酸塩鉱物などを伴う。片理はよく発達し、微褶曲や柱状鉱物配列による線構造を認める。
			珪質片岩 (石英片岩)	大部分が石英からなり、雲母,ざくろ石,紅れん石なども含まれる。堅硬であるがしばしば剥離性を有する。泥質片岩や緑色片岩に移化することもある。
			石灰質片岩 (結晶質片岩)	方解石の集合からなり、灰白色細粒結晶質である。縞状～片状を呈し、しばしば剥離性がある。板状に割れやすい。三波川帯の南縁部に分布している。



凡例

三波川 変成岩類		完新統 (礫・砂・泥)
		更新統 (礫・砂・泥)
		黒色片岩 (泥質片岩)
		緑色片岩 (塩基性片岩)
		珪質片岩 (石英片岩)
		石灰質片岩 (結晶質石灰岩)
		断層
		背斜軸
		向斜軸

図 - 11 本調査地域の地質図

- 3 海域の地形

本調査海域は、伊予灘の東縁部に相当し、愛媛県長浜町から保内町にかけての沖合の海域である。伊予灘は、北縁を伊予諸島、西縁を上関海峡 - 国東半島住吉崎、南縁を速吸瀬戸で囲まれた、北東 - 南西方向約 90 km、北西 - 南東方向約 40 kmの北東 - 南西方向に長い海域である。他の瀬戸内海の海域と比較すると、あまり島嶼がみられず、広い海域で特色づけられる。

愛媛県伊予市から佐田岬半島にかけて、海岸線は北東から南西方向のほぼ直線状の分布を示す。伊予市から長浜港東側までは海岸線は比較的になだらかであるが、本調査海域である長浜港以西では入り組んだ海岸線が形成されている。

図 - 12 に本調査海域の海底地形図を、図 - 13 に海底地形分類図を示す。

本調査海域の海底地形について、その状況および特徴などを以下に記述する。なお記載の便宜上、調査海域を、1) 中央海底谷、2) 調査海域北東部(おもに肱川河口沖)、3) 調査海域南西部(大野鼻より南西)、4) 調査海域北西部(海底谷の北西側)に分けるとともに、別途人工 改変地についても記述を行う。

1) 中央海底谷

本調査海域の北東縁から南西にむかって、北東 - 南西方向の顕著な海底谷が発達する。この海底谷は北東側に隣接する「郡中」、「串」図葉から連続するもので、本調査海域の海底地形の大きな特徴となっている。

調査海域北東縁においては、谷底深度は 45 m で谷底幅は約 1.5 km と広い。谷壁の傾斜は 25/1,000 程度であまり明瞭でない。肱川河口北方沖合 5 km では、谷底幅は約 0.5 km と狭くなり、谷底深度も 50 m と深くなる。谷壁も傾斜 40/1,000 となり明瞭になる。犀の鼻北方沖合約 5.5 km で、谷底深度は 41 m といったん浅くなる。谷筋も 2 つに分かれて北側のものは西方に向きを変える。櫛生北方沖合 7.3 km では谷底水深は 59 m と再び深くなる。ここでは谷筋がやや複雑な形状を示し、一部は北方へと向きを変え谷頭水深 39 m で不明となる。大野鼻北方沖合 6.6 km では谷底が本調査海域の最大水深である 76.7 m を示す。谷壁も急傾斜となり、北側では 250/1,000 の急傾斜を示す。

夢永岬北方 8.2 km で、海底谷は南西から南へと向きを変える。また北西 - 南東方向の谷が派生する。これは、夢永岬北方沖合 8 km 付近にみられる北西 - 南東方向 1.0 km、幅 0.8 km ほどで頂部で 53.8 m を示す高まりと、その南西約 1 km にある同じく北西 - 南東方向で頂部水深 51.2 m を示す高まりに規制される形で、谷が刻まれたためと考えられる。これらの高まりは基盤層からなる基盤起伏地形である。南方へと向きを変えた谷筋は、喜木津北方沖合 6.5 km 付近で不明瞭となる。また派生した谷は、犀の鼻の西北西方沖合約 4.0 km で谷頭水深 47 m をもって不明瞭となる。

2) 調査海域北東部

肱川の河口部には、現在河川から供給される碎屑物によって形成された地形が分布している。肱川河口のすぐ北東側では、河川の延長方向に向かって沖合 200 m ほどまで砂州が発達していて、地形としては浜に分類される。既存ボーリング資料によると、この砂州は表層部は砂礫で、礫混じり砂、粗砂が下位に分布する。河口の南西側にも沖浦の海岸沿いに小規模な浜地形がみられる。大規模な砂州が河口北東側でしかみられないことから、肱川によって運ばれた碎屑物は主に北東側へ運搬されていると考えられる。

肱川河口部の前面には、流路の延長である北西方向に沖合約0.5 kmまで、幅0.5 kmほどの水深5 m以浅の平坦面が広がり、調査海域で唯一の頂置面が発達している。この頂置面の周囲は、水深5 mから10 mにかけて30/1,000程度の傾斜を示す緩斜面であり、調査海域で唯一の前置面である。

前置面の北西側沖合には、古い地層が侵食されて形成された海食台がみられ、肱川の河口北西方沖合では水深10～15 mの平坦面、沖浦沖から犀の鼻付近では15～20 mの平坦面として広がっている。また、肱川河口北西方沖合2.2 km付近および西方沖合1.5 km付近にも微少な高まりとして分布する。

肱川河口北西方沖合約2 kmから4 kmにかけては、水深15 mから20 mにかけてやや平坦な地形がみられ、その沖合は水深35 mまで15～20/1,000の傾斜で深くなっている。この平坦面から斜面に続く部分は、基盤層が直接海底に露出しているか、沖積層の分布が薄い基盤起伏地形で、北東 - 南西方向に約6 km、北西 - 南東方向に約2 kmの範囲で分布する。

長浜港の沖合では、浚渫により海底地形が大幅に改変されている。この人工改変地形については、別途人工改変地形の項で後述する。

調査海域の東縁部にあたる長浜港北方沖合の1 kmから2 kmでは、水深15 mから25 mにかけて10～15/1,000の傾斜で北方に深くなっている。これは沖積層からなる斜面で、海底砂堆斜面として分類した。この斜面上には、北西 - 南北方向に約1 km、北東 - 南西方向に約0.4 kmの範囲でサンドウェーブが形成されている。

上記の海底砂堆斜面から連続する長浜港北方沖合2 kmから4 kmにかけては、水深25 mから45 mまで傾斜10/1,000～15/1,000の沖合平坦面が広がっている。この平坦面は北方に向かって、中央海底谷の谷壁へと漸移していく。

肱川河口西方沖合の1.5 kmから3 kmにかけての、水深20 mから40 mには、傾斜15～20/1,000の下部緩斜面が分布する。この下部緩斜面は、肱川河口北西方沖合約2.5 kmから、大野鼻に向かい南南西方向に、約1.5 kmの幅をもって帯状に分布する。大野鼻以西は海岸線沿いに方向を変え、調査海域南西部へと連続する。

この下部緩斜面の西側には、水深40 mから50 mにかけて、傾斜5/1,000以下の顕著な沖合平坦面がみられる。この平坦面の北側は、中央海底谷の谷壁部へと漸移する。

沖合平坦面の西縁は、水深45 m付近で遷急線となっており、その西側は水深45 mから55 mにかけて平坦面となっている。この平坦面にはわずかな起伏がみられ、沖積層が分布しないかごく薄い、棚状地形となっている。

肱川河口の南西側において、海食台が分布する水深15 m以浅では、前置面から連続する形で水深10 mから15 mに中部緩斜面が海岸線沿いに帯状に分布する。この中部緩斜面は、沖浦付近では幅約0.4 km、水深10 m～15 mに、櫛生付近では幅約0.2 km、水深10 m～25 mに分布する。大野鼻付近では幅約0.1 kmと狭くなるが、その分布はそのまま調査海域南西部へ連続する。

中部緩斜面よりも陸側の水深10 m未満の区域は、露岩域からなる急傾斜部の基盤起伏地形と、堆積層が分布する上部緩傾斜部とに区分される。このうち基盤起伏地形は、沖浦から須沢沖合では傾斜50～100/1,000、須沢から大野鼻周辺までは傾斜100～150/1,000となっている。なお、これらの露岩域においては、海岸付近に干出岩や暗岩などはみら

れない。

上部緩斜面は沖浦南西約1 km、犀の鼻北西約0.5 km、須沢の前面、櫛生港内および周辺に分布している。

3) 調査海域南西部

大野鼻以西の海岸沿いには、調査海域北東部から連続する形で、陸側から順に、基盤起伏地形 / 上部緩斜面、中部緩斜面、下部緩斜面が分布する。

沿岸部の基盤起伏地形は、ほぼ連続的に海岸沿いに分布し、大野鼻から磯崎にかけては水深15 m未満で傾斜100 ~ 150/1,000、磯崎から喜木津にかけては水深20 m未満で傾斜150 ~ 200/1,000となっている。

出海の前面、磯崎港周辺、夢永川河口周辺、喜木津前面などでは、露岩域が分布せず、水深5 m程度まで上部緩斜面となっている。

中部緩斜面は、調査海域北東部から連続して海岸線に沿った形で分布する。おおむね水深5 m ~ 20 mに分布し、傾斜30/1,000程度である。

下部緩斜面は、大野鼻以西では海岸線に沿った北東 - 南西方向に分布する。大野鼻から夢永岬では水深20 mから35 mで傾斜30/1,000程度、夢永岬から喜木津の間では水深20 mから40 mで傾斜100/1,000前後を示し、調査海域西縁では傾斜200/1,000以上の急斜面となる。

磯崎の北方沖合約2 kmには、頂部水深17.3 mを示す露岩域があり、南北方向約1 km東西方向約0.5 kmの範囲で基盤起伏地形となっている。

喜木津の北西方沖合約1 kmにおいて、最深部で52.2 mを示す海底谷がみられる。この海底谷は水深45 m付近に3条の谷頭を持ち、南北方向から北東 - 南西方向へと向きを変え調査海域外へと連続する。また喜木津の北方沖合1.8 km付近にも、水深45 m付近に谷頭を持ち、北西方向へと向かう海底谷が認められ、その最深部は調査海域西縁付近で56.8 mを示し、調査海域外へと連続する。磯崎の北方沖合約3 kmでは、水深50 m付近に谷頭を持ち西へと向かう海底谷がみられ、調査海域西縁付近で北へと向きを変え、喜木津の北方沖合約6 km付近で谷筋が不明瞭となる。これらの海底谷は、潮流の影響で表層の堆積物が侵食されて形成されたものと考えられる。これらの海底谷は、水深35 ~ 50 mの沖合平坦面を侵食して形成されている。

喜木津北方沖合4.5 kmには、頂部水深51.7 mで周囲との比高5 m程度の、北東 - 南西方向に0.7 km、北西 - 南東方向に0.5 kmの海底砂堆および海底砂堆斜面がみられる。また喜木津北方沖合約2.5 kmにも、頂部水深47.4 mで比高6 m程の、北東 - 南西方向の長径0.2 kmの楕円状に海底砂堆が分布する。

4) 調査海域北西部

中央海底谷の北西側の北西部海域には沖積層が分布せず、広い範囲にわたって基盤起伏地形が分布する。

この地形域には、喜木津北方沖合約10 kmから犀の鼻北方沖合約7 kmにかけての中央海底谷のすぐ北西側に、海底谷の方向に沿った北東 - 南西方向の高まりがみられる。この高まりは、磯崎北方沖合約10 kmで頂部水深35.7 mを、また犀の鼻北方沖合約7 kmでは頂部水深30.9 mを示す。この高まりは、海底谷を挟んだ反対側より10 m程度浅い水深を示す。この高まりの北西側では、水深45 mから55 mで起伏を示す海底地形がみられる。

5) 人工改変地形

肱川河口の北方沖合約1kmから4.5kmにかけて、南北3km、東西1.5kmの範囲にわたって人工的に地形が改変されている。これは建設用骨材として海砂を採取した跡である。本来の自然地形としては、海底砂堆および海底砂堆斜面に相当する地形が分布していたのではないかと考えられる。

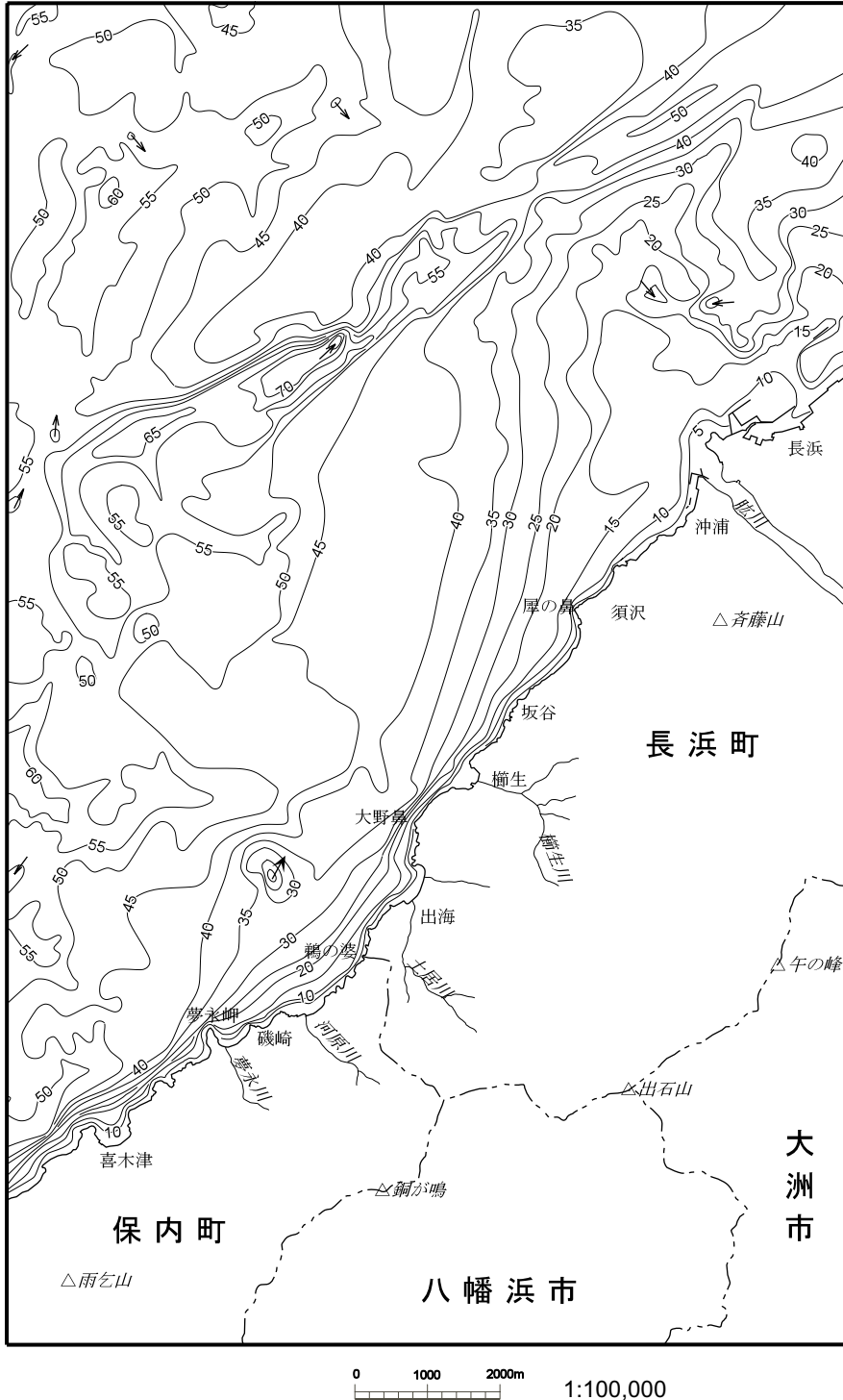


図 - 1 2 海底地形図

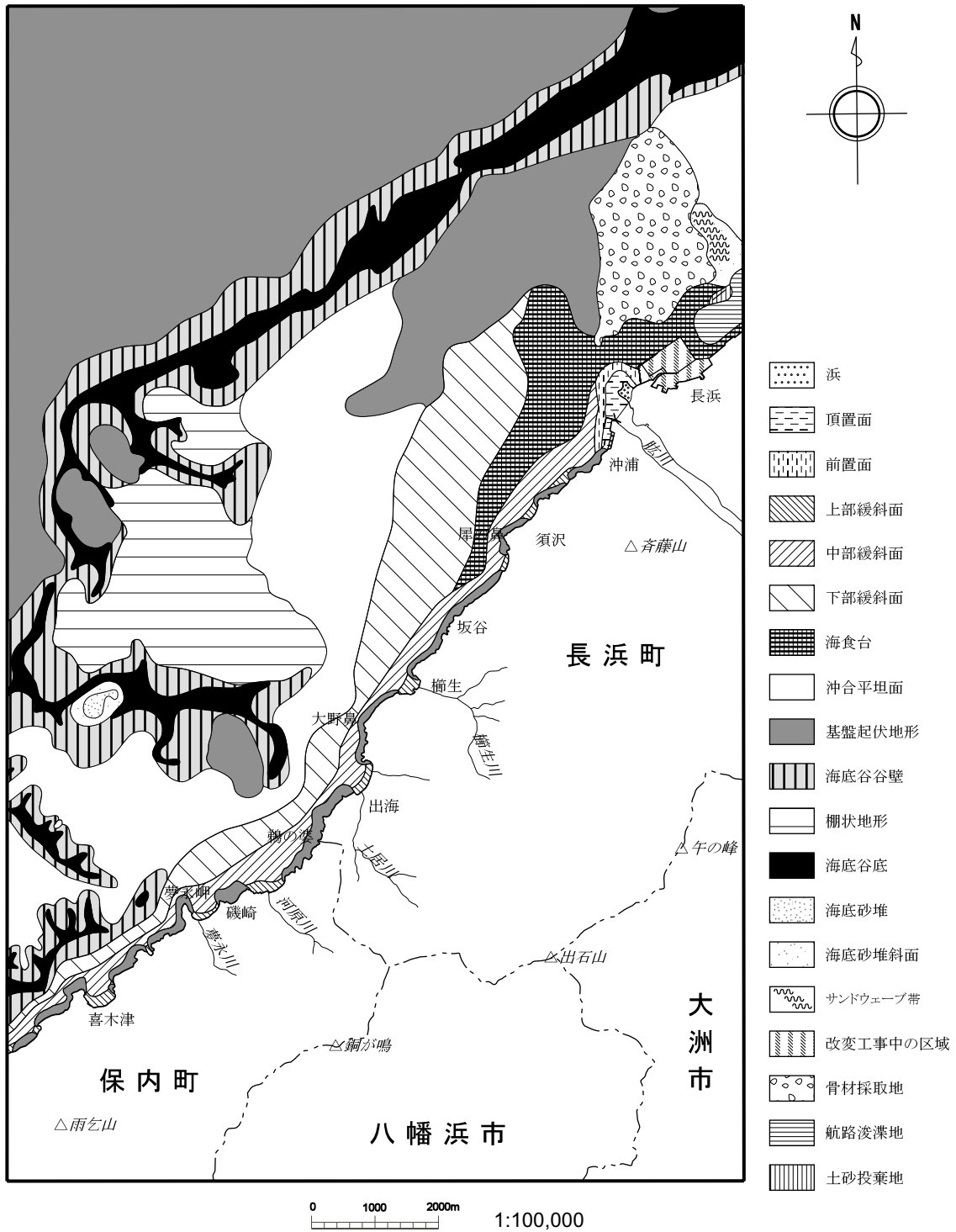


図 - 1 3 海底地形分類図

調査海域東縁部において、海岸線から北西方沖合 0.6 km までの範囲は、長浜港の航路として利用するために、海岸線と平行に浚渫された航路浚渫地がみられる。また航路浚渫地の北側では防波堤が作られており、土砂投棄地となっている。

- 4 底質の状況

海底地質を構成する最上部の底質状況を把握するために、スミス・マッキンタイア型 グラブ 採泥器を用いて図 - 14 に示す 69 点において底質調査を実施した。

底質調査地点の選点は、海図など既存の底質資料および音波探査記録による堆積物の分布状況を参考にして行った。

試料は 1 地点につき約 2 kg を目安として採取した。採取した試料は、採取時に採取状況・構成物質・色調・臭気および生物等の観察と記載を行うとともに、カラーチャートを添えてカラー写真撮影を行ったのち、2 kg 入りポリ試料ビンに保存した。

69 点の底質採取地点のうち、No.31 および No.67 については粗粒な礫質堆積物のみが採取されたため、この 2 点を除いた計 67 点の試料について JIS-A-1204 に準じた粒度分析試験を実施した。

底質区分は、図 - 15 の Wentworth (1922) によって提唱された粒径基準により求めた礫、砂、泥の重量百分率を三角ダイアグラム (図 - 16) 上にプロットして区分した。

粒度分析結果から表 - 4 に示す粒度分析結果一覧表を作成するとともに、堆積物を構成する土粒子の密度、底質の中央粒径値 (Md) 、淘汰度 () 、歪度 (SK) などについて検討を行った。

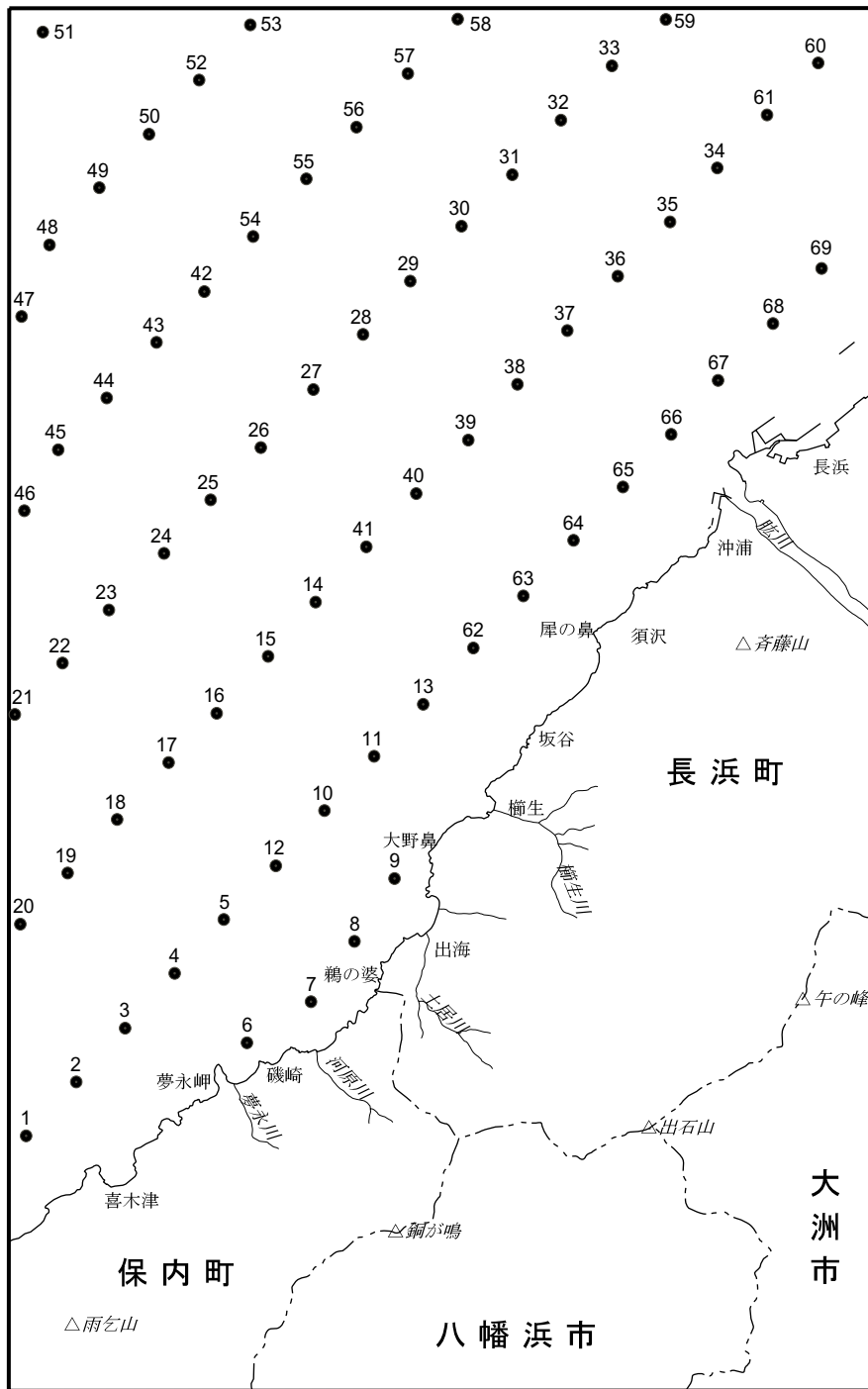
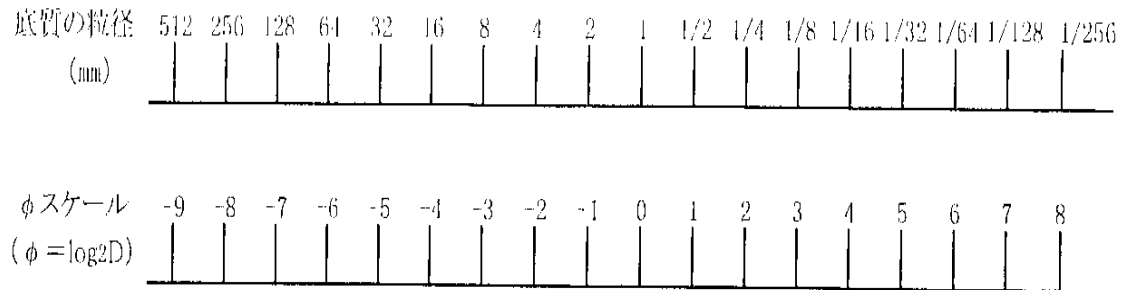


図 - 14 底質採取地点位置図



底質区分	礫				砂			泥	
	巨礫	大礫	中礫	細礫	粗砂	中砂	細砂	シルト	粘土
	bG	cG	pG	gG	cS	mS	fS	Si	Cy

図 - 15 底質区分の粒径基準

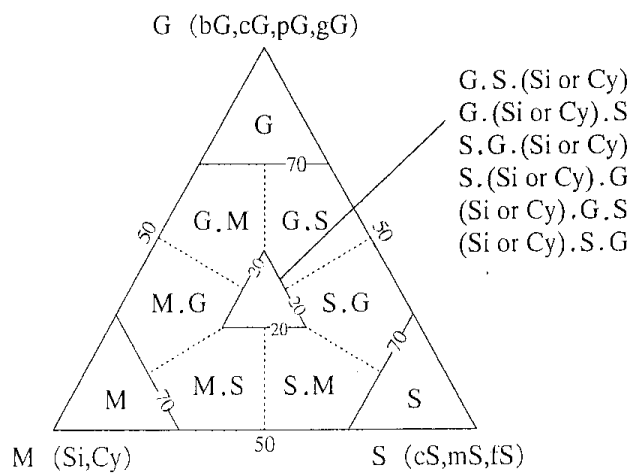


図 - 16 混合底質の分類基準 (数字は重量パーセント)

表 - 4 粒度分析結果一覧表 (その1)

番号	底質記号	重量百分率(%)				土粒子 の密度 g/cm ³	中央粒径値 (Md Φ)	平均粒径 \bar{X}	淘汰度 $\sigma \Phi$	歪 度 SK
		礫	砂	泥						
				シルト	粘土					
1	fS	0.4	84.5	8.1	7.0	2.790	2.99	3.12	—	—
2	fS	0.0	84.8	7.5	7.7	2.787	3.16	3.25	—	—
3	fS	0.3	76.0	17.6	6.1	2.766	3.29	3.71	-1.64	-0.63
4	fS	0.2	82.6	9.2	8.0	2.775	3.23	3.38	—	—
5	fS	0.1	82.9	9.0	8.0	2.755	3.17	3.27	—	—
6	cS Sh	12.5	79.9	3.5	4.1	2.788	0.12	0.73	-2.27	-0.54
7	cS Sh	11.6	84.9	3.5		—	0.28	0.23	-1.19	-0.07
8	S Sh	11.7	77.1	6.2	5.0	2.793	1.16	1.30	-2.52	-0.25
9	cS Sh	7.7	88.5	3.8		—	0.80	0.78	-1.03	0.04
10	fS	0.0	81.1	11.7	7.2	2.747	3.20	3.36	-1.56	-0.47
11	fS	0.0	79.8	12.1	8.1	2.757	3.27	3.50	—	—
12	eS.Si Sh	15.1	65.4	11.9	7.6	2.725	0.83	1.52	-3.16	-0.46
13	fS	0.0	79.2	13.4	7.4	2.750	3.32	3.56	-1.47	-0.60
14	fS	0.0	87.3	6.7	6.0	2.741	3.00	3.09	-1.35	-0.52
15	fS	0.0	80.6	10.6	8.8	2.709	3.27	3.41	—	—
16	fS	0.5	82.8	9.0	7.7	2.730	3.19	3.17	—	—
17	fS	0.2	85.7	6.4	7.7	2.740	3.16	3.00	—	—
18	fS	0.0	83.1	7.4	9.5	2.695	3.28	3.30	—	—
19	fS	0.0	83.7	9.1	7.2	2.711	3.28	3.30	—	—
20	fS	0.0	83.7	8.8	7.5	2.701	3.28	3.36	—	—
21	fS	0.8	84.5	8.5	6.2	2.727	2.91	2.80	-1.82	-0.21
22	S	6.5	86.2	3.3	4.0	2.727	2.01	1.81	-1.92	0.04
23	fS	10.7	76.2	7.1	6.0	2.699	2.71	2.01	-2.68	0.15
24	fS	0.0	85.5	8.1	6.4	2.724	3.03	3.01	-1.64	-0.30

表 - 4 粒度分析結果一覧表 (その2)

番号	底質記号	重量百分率(%)				土粒子 の密度 g/cm ³	中央粒径値 (Md ϕ)	平均粒径 \bar{X}	淘汰度 $\sigma \phi$	歪 度 SK
		礫	砂	泥						
				シルト	粘土					
25	fS.Si	0.6	55.8	22.4	21.2	2.697	3.52	4.94	—	—
26	fS	5.6	75.9	10.6	7.9	2.726	2.93	3.20	--	—
27	S Sh	0.2	90.9	3.7	5.2	2.688	1.25	1.59	-1.98	-0.53
28	S.pG Sh	29.5	66.7	3.8		—	0.40	0.09	-1.96	0.15
29	S.gG Sh	29.8	62.6	2.8	4.8	2.698	0.58	0.31	-2.53	-0.06
30	cS.pG Sh	40.3	53.0	2.7	4.0	2.689	-0.42	-0.33	-2.55	-0.25
31	cS.gG Sh	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	cS.gG Sh	27.9	65.3	2.6	4.2	2.730	0.07	0.10	-2.28	-0.23
33	S Sh	15.5	77.1	2.5	4.9	2.731	0.87	0.65	-2.14	-0.08
34	S Sh	16.0	80.8	3.2		—	0.79	0.56	-1.50	0.24
35	mS.pG Sh	37.9	58.9	3.2		—	0.50	0.00	-2.07	0.28
36	cS.pG Sh	45.9	53.8	0.3		—	-0.85	-1.46	-1.89	0.34
37	pG.S Sh	57.0	41.8	1.2		—	-1.78	-1.13	-2.51	-0.32
38	fS Sh	9.0	84.1	2.4	4.5	2.753	2.16	1.58	-2.02	0.22
39	fS	6.2	87.8	2.6	3.4	2.763	2.30	2.01	-1.41	0.31
40	fS	0.7	87.0	6.2	6.1	2.760	2.66	2.80	-1.64	-0.47
41	fS	0.0	85.0	7.6	7.4	2.753	2.87	3.08	—	—
42	S.pG Sh	29.9	65.7	4.4		—	0.50	0.32	-2.14	0.06
43	fS	6.2	81.2	6.0	6.6	2.770	2.42	2.28	-2.38	-0.10
44	fS	1.3	77.8	11.1	9.8	2.733	2.91	3.64	—	—
45	fS	0.2	71.8	14.7	13.3	2.712	3.24	4.27	—	—
46	S.gG Sh	36.9	46.9	7.5	8.7	2.654	0.15	0.76	—	—
47	fS	0.5	86.6	6.0	6.9	2.742	2.74	2.75	—	—
48	fS	1.6	82.1	8.8	7.5	2.716	2.67	2.62	—	—

表 - 4 粒度分析結果一覧表 (その3)

番号	底質記号	重量百分率 (%)				土粒子 の密度 g/cm ³	中央粒径値 (Md Φ)	平均粒径 \bar{X}	淘汰度 $\sigma \Phi$	歪 度 SK
		礫	砂	泥						
				シルト	粘土					
49	fS	0.5	85.8	6.3	7.4	2.711	2.67	2.73	-1.84	-0.33
50	S	10.3	76.3	6.7	6.7	2.704	1.99	1.71	-2.71	-0.08
51	S	16.2	73.2	6.4	4.2	2.704	1.87	1.41	-2.48	0.08
52	S.pG Sh	34.4	57.2	5.0	3.4	2.739	0.91	0.56	-2.71	0.00
53	S.pG Sh	34.0	58.3	3.4	4.3	2.741	0.51	0.40	-2.53	-0.14
54	S.pG Sh	31.5	60.5	3.9	4.1	2.750	0.43	0.38	-2.59	-0.13
55	S Sh	20.9	73.7	5.4		—	0.72	0.52	-1.92	0.05
56	S Sh	15.3	75.8	4.4	4.5	2.746	1.00	0.86	-2.30	-0.13
57	cS.gG Sh	26.0	65.4	4.3	4.3	2.745	0.37	0.33	-2.46	-0.18
58	cS.gG Sh	22.7	68.1	5.0	4.2	2.724	0.24	0.33	-2.32	-0.27
59	cS Sh	17.9	73.0	4.9	4.2	2.724	0.42	0.57	-2.25	-0.30
60	cS.gG Sh	21.1	69.9	4.6	4.4	2.720	0.47	0.47	-2.36	-0.22
61	cS Sh	13.5	78.6	3.7	4.2	2.697	0.33	0.45	-1.94	-0.31
62	fS	0.0	78.5	11.9	9.6	2.745	3.25	3.78	—	—
63	fS	0.8	87.9	6.7	4.6	2.759	2.77	2.79	-1.33	-0.25
64	fS Sh	17.2	76.5	2.4	3.9	2.768	2.43	1.43	-2.28	0.44
65	pG.fS Sh	50.2	48.2	1.6		—	-1.02	-0.77	-2.42	-0.11
66	mS.pG Sh	48.9	50.0	1.1		—	-0.84	-0.95	-2.20	0.05
67	cG Sh	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	pG Sh	85.3	12.8	1.9		—	-2.90	-2.71	-1.55	-0.41
69	fS	0.2	94.3	5.5		—	-2.34	2.38	-0.60	-0.34

1) 底質分布

調査海域の底質分布図を図 - 17 に示す。

底質分布図は、底質調査の結果のほかに、音波探査記録、音響測深記録、および海図などの既存資料を総合的に検討して作成した。また、沿岸部付近の浅海については、調査船からの目視観察の結果も参考にした。

本調査海域の底質の分布状況について以下に記述する。

a. 礫 (G)

礫が卓越する試料は底質採取地点 No.67 と No.68 で採取された。

採取地点はともに長浜港の 1 km ほど沖合で、No.67 は緑色片岩を主体とする大礫 (cG) で中礫 (pG) をともなっている。No.68 は緑色片岩の中礫 (pG) で細礫をともなっている。礫は風化、円磨度ともに中程度である。

この 2 点は、建設用骨材としての海砂採取が行われていた箇所にあたり、その影響で表層が礫の卓越する地層となっている可能性が考えられる。このため、海砂採取が実施されていた海域について礫の分布範囲とした。また既存資料から、犀の鼻を中心に北東側 1 km、南西側 1 km の海岸線沿いの範囲について底質を礫とした。

b. 砂混じり礫 (G.S)

砂混じり礫は No.37 と No.65 の 2 点で採取された。

No.65 は肱川河口から西北西方向に 1.3 km、水深 13 m の地点で、礫と砂がほぼ同等に含まれ、礫は緑色片岩や領家花崗岩類起源と考えられる花崗岩の中礫 (pG)、砂は細砂 (fS) が主体である。この付近は沖積層が分布し、河口に近いことから肱川によって供給された粗粒な堆積物が分布していると考えられる。No.37 はそれよりも沖合の、肱川河口から北西方向に 3.1 km、水深 21 m の地点で、礫は緑色片岩の中礫 (pg)、砂は中砂 (mS) が主体である。この付近には沖積層が分布せず、また採取した礫の表面が酸化で赤く変色していたことから、基盤層を構成する堆積物であると考えられる。

c. 礫混じり砂 (S.G)

礫混じり砂は底質採取の計 16 点で採取された。

肱川河口前面においては 3 点で採取され、前述の礫と砂混じり礫の分布域に挟まれる形で、河口から北北西方向に 4 km 程の範囲で分布すると考えられる。礫は緑色片岩からなり細礫 (gG) ~ 中礫 (pG) サイズ、砂は中砂 (mS) ~ 粗砂 (cS) が優勢である。

調査海域中央の海底谷の北側では、水深 40 m から 50 m にかけて 11 点で採取され、まとまった分布を示す。礫種は緑色片岩や石英礫である。分布範囲の北東側では細礫混じり粗砂

(cS.gG) が、南西側では中礫混じり砂 (S.pG) が優勢なことから、北東側のほうが堆積物の粒径が揃っている傾向がみられる。

このほか小規模な分布として、調査海域北東端付近の No.60 において細礫混じり粗砂 (cS.gG) が採取され、水深 45 m 程度の海底谷底に分布する。また調査海域の東端にあたる長浜港前面の航路浚渫地とその周辺にも、礫混じり砂が分布する。調査海域西端の喜木津北方沖 9 km 付近では、水深 50 m で細礫混じり砂 (S.gG) が分布する。

d. 砂 (cS、mS、fS)

本調査海域における砂の分布は、主に肱川河口より南西および中央海底谷の谷底部に

みられる。

このうち粗砂(cS)は、調査海域北東縁と、出海から磯崎にかけての沿岸部に分布する。調査海域北東縁では、No.59(水深37m)とNo.61(水深40m)の2点で粗砂が採取された。出海から磯崎の沿岸部では、水深20m未満のNo.6、No.7、No.9の3点で粗砂が採取された。これらの付近には土居川や河原川などの河川が流入していることから、粗粒な堆積物が分布しているものと考えられる。

中砂(mS)に相当する底質は、今回の調査では採取されなかった。しかし隣接する「串」図葉からの連続性により、長浜港の北方沖合約4kmの水深35~43mの範囲を中砂(mS)の分布域とした。

細砂(fS)は本調査海域で最も優勢な底質で、34点で採取された。肱川河口以西では、沿岸部の0.5~1kmを除いたところから、沖合は海底谷谷壁で傾斜が急になる付近まで、幅約5~6kmにわたりほぼ連続的に分布している。須沢沖合より南西側の試料では中央粒径値(Md)はおおむね3以上であるが、北東へ行くにしたがい粗粒になり、沖浦の北西方沖合約3.5kmのNo.38ではMd=2.16となる。中央海底谷を越えた調査海域北西部では、喜木津の北方沖合約10kmから13kmにかけての水深50m前後に、南北方向の帯状に分布している。調査海域の東側では、長浜港北方沖合2.5kmのNo.69(水深22m)で採取され、その分布域は調査海域外へと東方に連続する。

採取した試料のうち、不均質で粗砂・中砂・細砂に細分できなかったものは砂(S)として一括分類した。底質採取資料のうち8点が砂(S)と分類された。鵜の婆北方0.6kmではNo.8(水深22m)で採取され、既存底質資料などの検討から、肱川河口から南西側に、海岸線沿いに帯状に分布すると考えられる。犀の鼻北西方沖合約5kmのNo.27(水深70m)でも採取され、この地点が中央海底谷の谷底部に該当することから、谷底部沿いに細長く砂が分布していると考えられる。また調査海域北西端付近では水深50m前後の4ヶ所で砂が採取され、まとまった分布を示している。

e. 泥混じり砂(S.M)

泥混じり砂は、No.12とNo.25の2点でのみ採取された。

No.25は櫛生の北西方沖合約5.5kmに位置する。シルト混じり細砂(fS.Si)に判定されるが、シルトと粘土の割合はほぼ同じであり、採取した底質の中で最も細粒である。採取地点水深は55mで、海底谷の谷頭部分にあたる。この点を含む水深50mから60mにかけての平坦面をシルト混じり細砂の分布域とした。No.12(水深35m)は出海の西北西方沖合約2kmに位置する。底質判定の結果はシルト混じり粗砂(cS.Si)だが、砂の割合が7割近くを占める。砂および泥の細分類では、特に優勢な粒径はなく淘汰が悪い。これは近傍に露岩域が分布し、侵食により粗粒な碎屑物が供給され、砂質堆積物と混合したためと考えられる。

f. 岩(R)

本調査海域の沿岸部では堆積物が欠如し、基盤岩が直接海底に露出している。この露岩域は肱川河口から南西側で、海岸線沿いにほぼ連続的にみらる。具体的に記載すると、沖浦沿岸から南西方向に約1.5km、犀の鼻周辺0.8km、須沢から櫛生にかけての海岸線沿い2km、櫛生~大野鼻~出海の海岸線沿いに1.5km、出海から磯崎にかけては断続的に1.7km、磯崎から西側0.5km、夢永岬突端部の周囲約0.5km、夢永岬の付け根から喜木

津にかけて断続的に1.3 km、喜木津の南西側では断続的に1.5 kmとなっている。

磯崎北方沖合約2 kmにはホボ口瀬と呼ばれる地形の高まりがあり、頂部水深17.3 mを示す。この頂部を中心に北西 - 南東方向に0.7 km、北東 - 南西方向で0.3 kmの範囲で露岩域が分布している。その北側0.3 kmにも、北西 - 南東方向に0.5 km程度の細長い分布で露岩域となっている。これらの露岩についても、その分布地等から沿岸部のものと同様に三波川帯の岩盤からなるものと考えられる。

g . 生物など

本調査の底質採取においては、調査海域北東部のNo.31、No.36、No.58、No.67を除いた計65点で、採取した底質に底生生物が含まれていた。

採取した生物は、環形動物のゴカイ類やイワムシ、棘皮動物のウニ、ヒトデ(スナヒトデ、イトマキヒトデ)、クモヒトデ(ニホンクモヒトデ)、腔腸動物のクラゲ(ミズクラゲ)やイソギンチャク類、節足動物のアミ、エビ、カニ、そして小型の魚類などである。このうちゴカイ類は、肱川河口前面の粗粒な堆積物が分布する海域を除く49点で観察でき、これら環形動物の生物活動の痕跡であるサンドパイプも18点で観察できた。アミは35点で観察でき、海域全般に分布していた。カニは12点で観察され、礫混じり砂などの粗粒堆積物の分布域で多くみられた。小型の魚類(体長10 mm程度)は9点で観察され、分布は肱川河口沖合より北東側のほとんどの地点でみられた。

貝殻については34点で確認できた。調査海域の北東半部では、砂より粗粒な堆積物のほとんどの含まれていた。全体に破片を主体とするが、肱川河口の前面では2 cm程度の二枚貝を多く含んでいた。調査海域の中部から南西部では、出海から磯崎にかけての沿岸部およびホボ口瀬に近い5点で貝殻が多く含まれていた。また櫛生北西方沖合約7 kmのNo.46でも、細礫混じり砂の底質中に貝殻片が多く含まれていた。

2) 粒度分析結果

a . 土粒子の密度

粒度分析を行った全67試料のうち、粗粒なものや貝殻片を多く含むものを除いた54試料で土粒子の密度が得られた。本調査海域における底質の土粒子の密度は、2.65g/cm³から2.79g/cm³の範囲に収まり、一般的な値といえる。全体的に、沿岸に近づくにしたがい値が大きくなる傾向が読み取れる。最大値は2.793g/cm³で、鵜の婆北西方沖合0.5 kmのNo.8である。これは陸域から供給される、比較的密度の大きい変成岩起源の碎屑物が、沿岸部で多く沈降して沖合にはあまり運搬されないためと考えられる。最小値は2.654g/cm³で、大野鼻北西方沖合約7 kmのNo.46である(図 - 18)。

b . 中央粒径値(Md)

本調査海域における中央粒径値の最大値は3.52 (細砂に相当)で、大野鼻北西方沖5.5 kmのNo.25で確認された。ここは犀の鼻西方沖合約2 kmから西方に連続する平坦面の頂部付近にあたる。最小値は-2.90 (中礫に相当)で長浜港の前面に位置するが、ここは骨材採取地にあたり、本来の表層堆積物における値を表していない可能性が考えられる。

分布をみると、-1 以下の範囲は、肱川河口周辺から沖合4 km程度までみられる。沖合へ行くにしたがい値は徐々に大きくなる。一方、肱川河口から南西方向へ向かっては、値は急激に大きくなり細粒化する。犀の鼻より南西方では、おおむね3 以上の値とな

る。出海から磯崎にかけての沿岸部、および磯崎北方約2kmの露岩分布範囲では、1 以下の値を示し、粗粒な堆積物が分布している（図 - 19）。

c . 淘汰度

淘汰度は、堆積物の粒径の揃い具合を示す指標で、0 に近づくほど淘汰が良く、絶対値が大きくなるほど淘汰が悪くなる。本調査では、計47 試料の淘汰度を決定した。

本調査海域の堆積物の淘汰度は、-0.60 から -3.16 とややばらつきを見せる。最低値の -0.60 は、長浜港北方沖合約2kmのNo.69 から採取した細砂で、70%以上が2 ~ 3 に集中しており非常に淘汰が良い。最高値の-3.16 は、大野鼻西方沖合2kmで採取したNo.12 地点におけるシルト混じり粗砂で、礫が15%、砂が65%、泥が20%含まれ、また砂についても粗砂から細砂までほぼ一定割合で含まれ、粒度分布の広がりが大きくなっている。これは露岩域のそばに位置し、侵食による粗粒な粒子が堆積し、粒度のばらつきを大きくしているためと考えられる。

全体的に見ると、淘汰度については有意な傾向はみられないと考えられる（図 - 20）。

d . 歪度（SK）

歪度は、粒度分布曲線のピークの値が、平均粒径からどのくらいずれているかを示す値であり、正の場合は堆積物の粒度分布が細かい方へ偏り、負の場合は粗い方へ偏っていることを示す。歪度についても、47 試料について算出を行った。

本調査海域にみられる歪度の分布は、0.44 から -0.53 にわたる比較的小さいものであり、はっきりとした傾向を読み取ることはできなかった（図 - 21）。

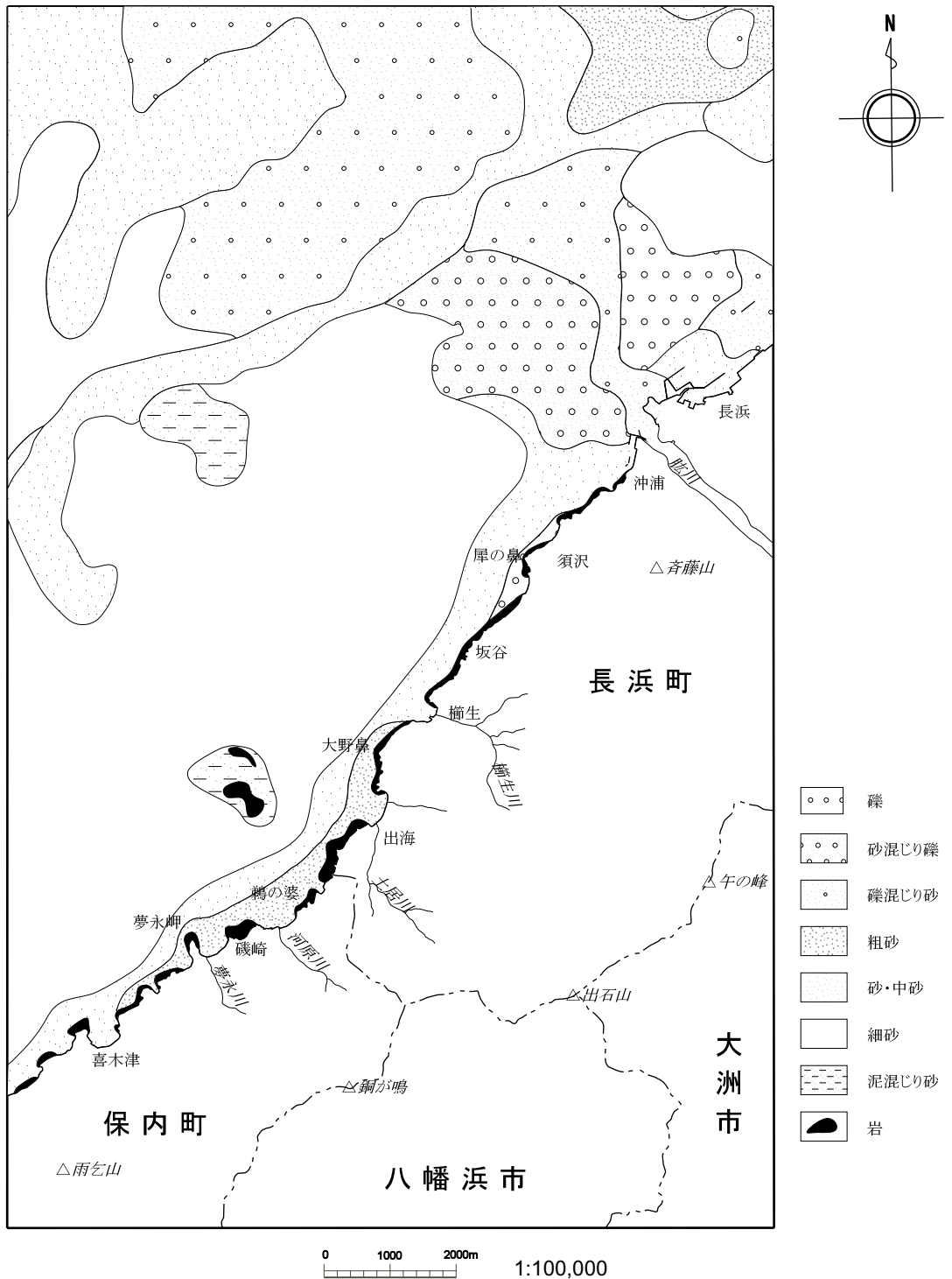


図 - 17 底質分布図

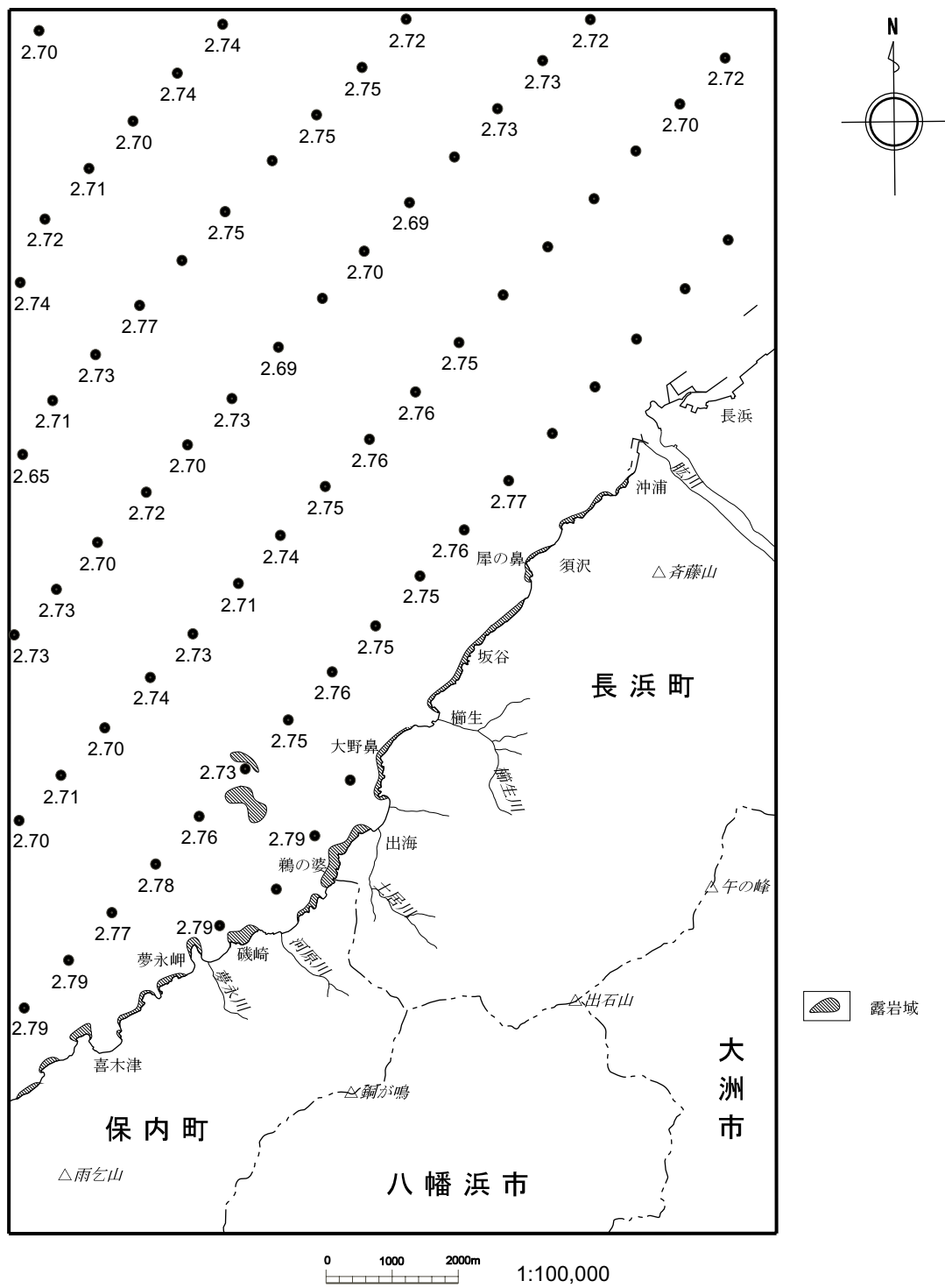


図 - 18 土粒子の密度分布図

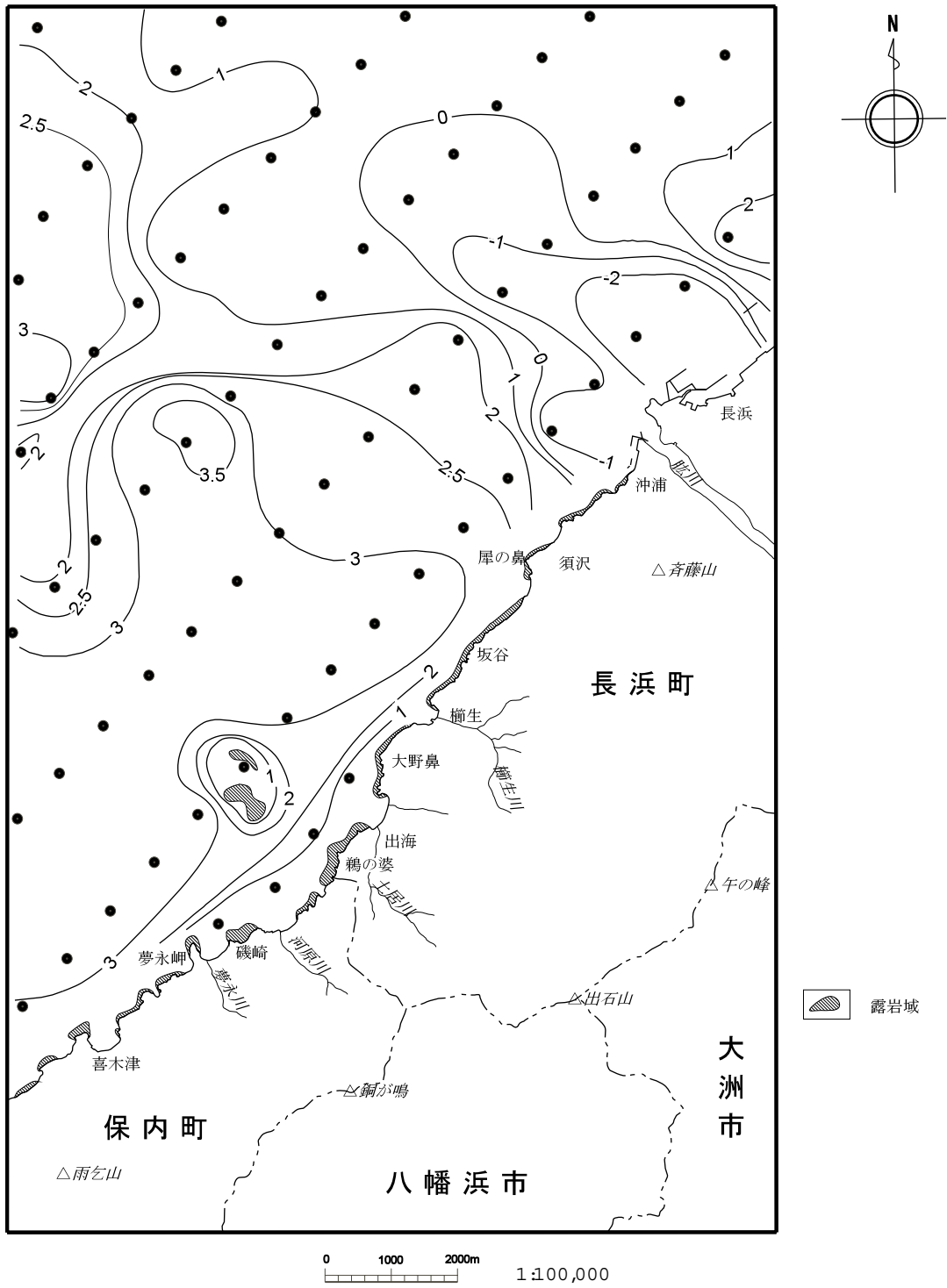


図 - 19 中央粒径値 (Md) 等値線図

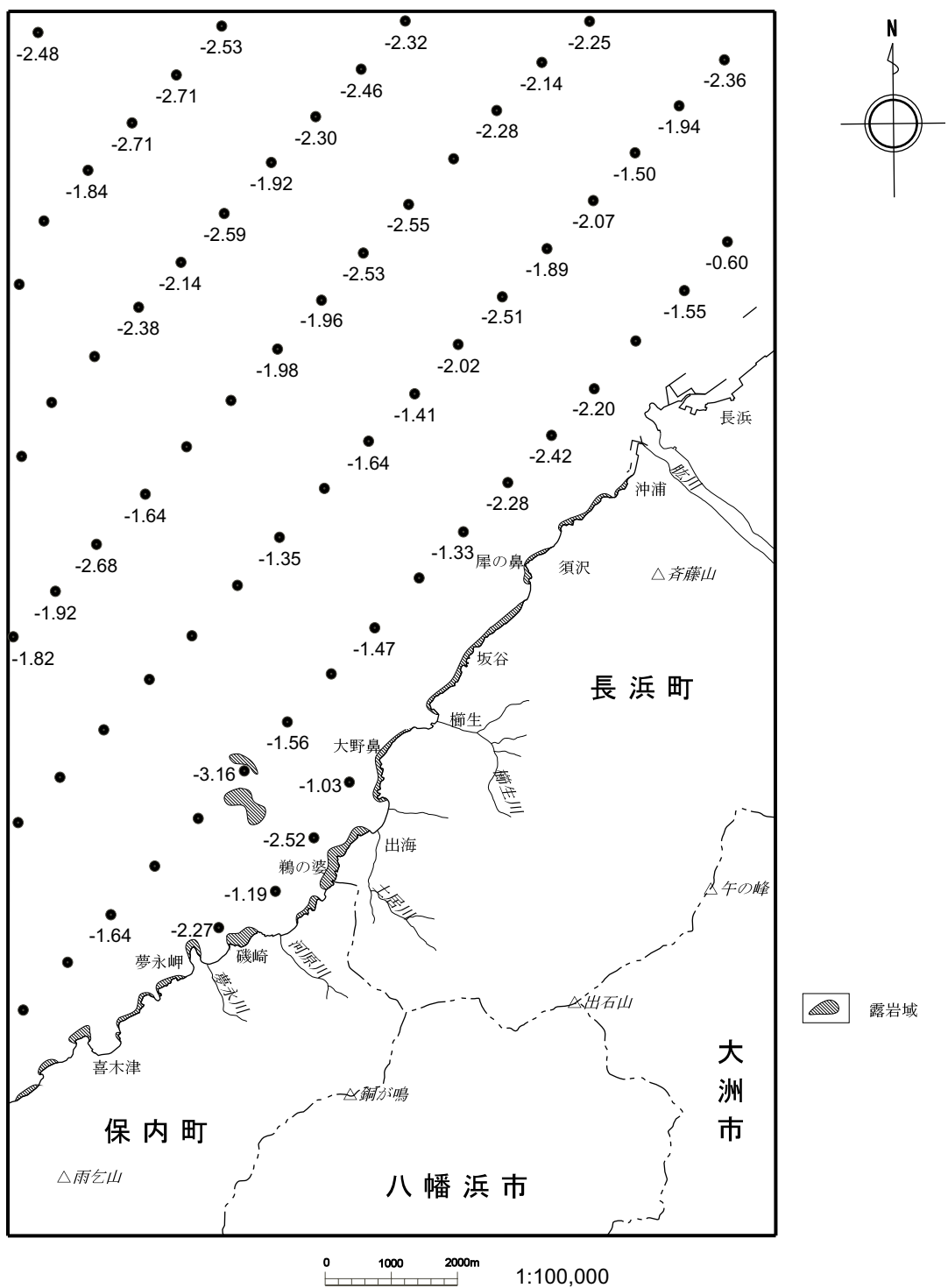


図 - 20 淘汰度分布図

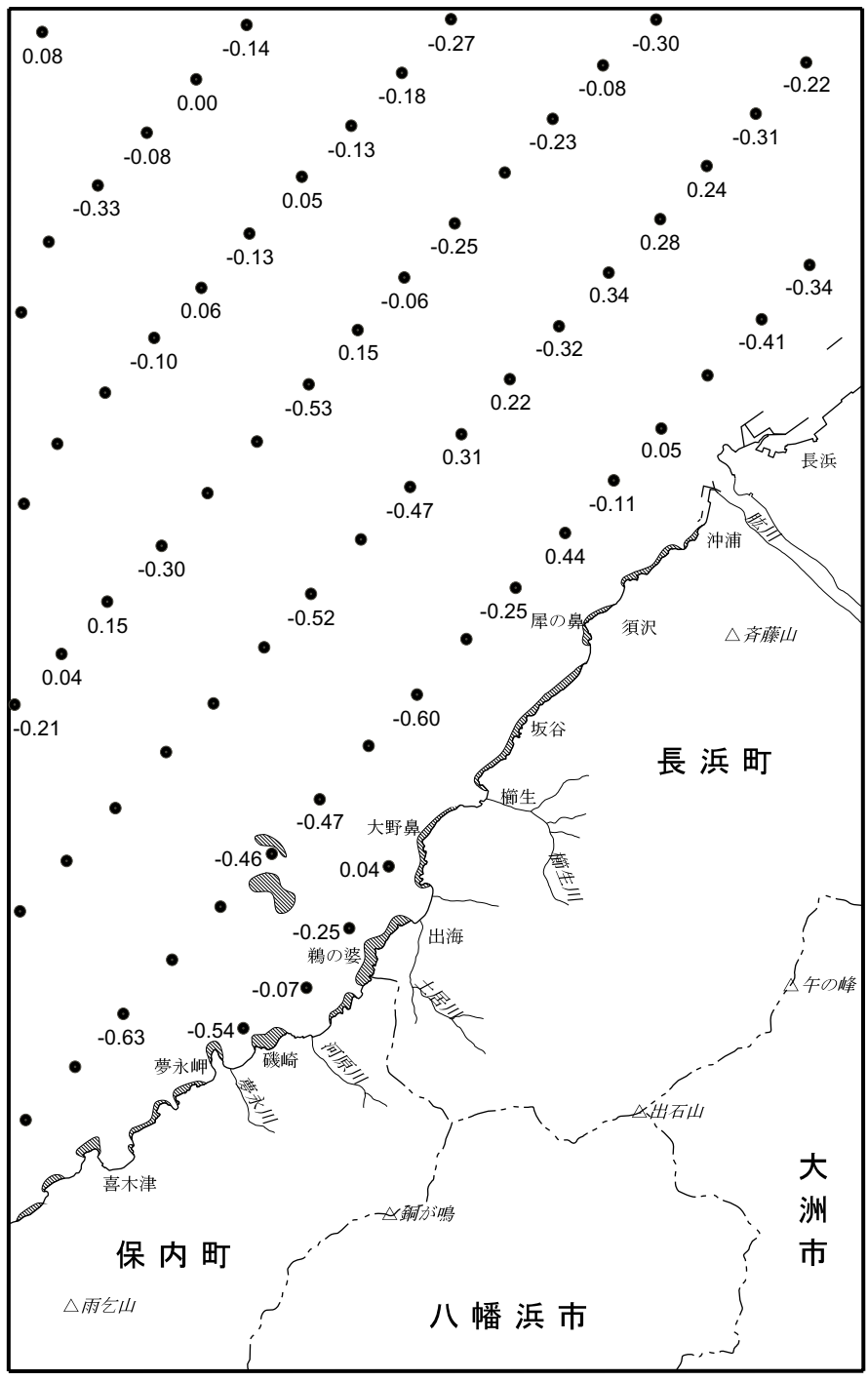


図 - 21 歪度分布図

- 5 海域の地質

海域の地質調査は、水深5m程度以浅の極浅海部を除き、音響測深機による測深作業と同時に音波探査を実施した。音波探査機は磁歪振動式(ソノプローブ)と放電式(スパーカー)を併用した。ソノプローブは主に沖積層(堆積層)などの表層堆積物を対象とし、スパーカーは基盤層である洪積層以深の地層を主な対象とするものである。

本調査海域の北東部、長浜港の北方沖合では、建設用骨材として海砂を採取している。そのため表層部で音波の散乱現象が起こり、ソノプローブ記録では沖積層の内部やその基底などの地質情報を認識することが困難な部分が多かった。このため、それらの部分の表層堆積物の解析・検討にあたっては、スパーカー記録の解析を行ってソノプローブ記録の補完を行った。

音波探査記録の解析により、本調査海域における海底地質層序・地質構造などの検討を行うとともに、各測線の地層断面図を作成した。このうち代表的な測線の地層断面図について本報告書に掲載した(図-22および図-23)。また音波探査解析記録断面および地層断面図などに基づいて、地質構造の概観を行うためのパネルダイアグラム(図-24)および沖積層の等層厚線図(図-25)、沖積層の基底の基盤等深線図(図-26)を作成した。さらに、断層の分布などを示す海域の地質構造図(図-27)を作成した。

なお、音波探査記録例と、資料収集によるボーリング資料は、巻末に付図として添付した。

1) 地質概要

音波探査記録から音響反射パターンおよび堆積形態などの特徴を読み取り、調査海域に分布する地層を区分するとともに、その音響的な層序の検討を行った。

本調査海域における地層区分と、音波探査記録における特徴を表-5に示す。

本調査海域の海底地質は、上位からA層、D層、T層、C層、R層の5層に区分できる。また、A層を沖積層、D層を洪積層、T層を鮮新世～更新世の堆積岩、C層とR層を音響的基盤層として中生代の岩盤にそれぞれ対比した。

2) 地質各説

a. A層(沖積層)

A層は、本調査海域における最上位層で、海域北西部の基盤起伏地形域や、海域中央部の海底谷底および谷壁部などを除いて、下位層上面の侵食面を埋積して分布する。調査海域北東部の長浜港北方沖合と、海域南西部の沿岸付近で特に厚い堆積がみられる。

このような本層の層厚分布および本層の基底面の状況などについては、沖積層厚および基盤の状況の項で記述する。

本層の解析には主にソノプローブ記録を用いたが、層相や層厚により基底が確認できない部分や、表層部が人工的に改変され散乱現象を起こす箇所については、スパーカー記録を用いてソノプローブ記録の補完を行った。

調査海域の北東端、長浜港の北方においては、本層が厚く堆積しており、ソノプローブ記録では上面が黒く濁り、内部が白く抜ける反射パターンを示す。一部の測線では、基底部付近でやや黒く濁る部分がみられ、白く抜ける部分よりも粗粒な堆積物が分布しているものと考えられる。スパーカー記録では、連続性の良い細かい縞状の反射パターン

表 - 5 調査海域の地質区分表

時代		地層区分	音波探査記録の特徴	構成物質など			
新生代	第四紀	完新世	Δ層	調査海域北東部においては、ソノブローブ記録では上面がやや黒く内部が白く抜ける反射パターンを示す。火山灰層とみられる強い内部反射面が確認できる。スパーカー記録では連続性の良い縞状の反射パターンを示す。一部では斜交層理がみられる。 肱川河口より南西部では、ソノブローブ記録では白く抜けるパターンだが、沿岸付近では黒くなる。スパーカー記録ではやや乱れた反射パターンを示すが、調査海域南西部では白っぽく抜け、一部で水平な反射面が顕著である。	調査海域北東部では主に細砂からなると考えられる。斜交層理がみられる部分は、砂礫などの粗粒堆積物からなると考えられる。 肱川河口より南西部では主に砂からなり、南西へいくに従い細粒になると考えられる。沿岸部では粗砂などが優勢である。		
			更新世	D層	D1層	調査海域の広い範囲にわたって分布する。ソノブローブ記録では上面が黒く強い反射を示す。スパーカー記録では、沿岸部では乱れた反射パターンを示すが、沖合へ行くにしたがい白く抜けるパターンを示す。	主に砂礫からなり、沖合へ行くに従い細粒になると考えられる。調査海域中央の中央海底谷付近では厚く堆積する。
		D2層		スパーカー記録において、上面が強い反射を示し、内部が白く抜ける特徴的な反射パターンを示す。	主に細粒な堆積物からなると考えられる。調査海域の北西部で厚く堆積する。		
	第三紀	鮮新世	T層	Tu層	T1層	スパーカー記録で線状の反射パターンを示す。海域中部では部分的に強く散乱するパターンを示す。	細粒で層理を示す堆積物からなり、部分的に上面に礫層を伴うと考えられる。
				T2層	調査海域南部では、スパーカー記録でやや白く抜ける水平な反射パターンを示す。部分的に強く散乱する。北西部ではやや太い線状パターンを示すようになる。	南部では細粒、北に行くにしたがい粗粒になると考えられる。	
		新第三紀	Tm層	T3層	スパーカー記録で白く抜ける反射パターンを示す。海域中部で下位層にアバットするように分布。断層による変位がみられる。	泥岩のような、非常に細粒な堆積物からなると考えられる。調査海域中部のみに分布。	
				T4層	スパーカー記録で乱れた強い反射パターンを示す。T1層同様に、海域中部で断層により変形を受けている。	粗粒な堆積物からなると考えられる。調査海域中部のみに分布。	
				T5層	スパーカー記録で上部が白く抜けるゴマ塩状の特徴的なパターン、下部が明瞭な線状のパターンを示す。7位のT3層、T4層と同様に、断層により変位を受ける。	上部は泥質、下部はやや細粒な砂質堆積物からなると考えられる。	
			Tl層	T6層	スパーカー記録で、南部ではやや乱れた線状のパターン、北部では明瞭な層理面を示す。肱川河口部付近では褶曲構造が著しい。	砂礫質な堆積物からなると考えられる。肱川河口部では一部海底に露出する。	
				T7層	スパーカー記録で上面が強い反射を示す。内部は部分的に乱れた反射パターンを示す。	砂礫質な堆積物からなると考えられる。	
				T8層	スパーカー記録で上面が強い反射を示すが、内部はあまりはっきりしない。連続性の悪い線状パターンがみられることもある。	砂質堆積物からなると考えられる。	
	中生代	白亜紀	C層	スパーカー記録で上面が強く散乱するパターンを示す。	固結した岩石からなると考えられる。海域中央部の中央海底谷の北西側縁でのみ確認できる。		
		白亜紀～三畳紀	R層	スパーカー記録において、非常に強く散乱するパターンを示す。上面の起伏が著しい。	固結した岩石からなると考えられる。肱川より南西の沿岸部、および海域南西部に分布し、一部は海底に露出する。		

を示す。

長浜港沖合の防波堤工事に伴う既存ボーリング資料との対比によると、本層はシルト質砂～シルト混じり砂で構成される。砂は微細砂～細砂からなり、細砂が主体である。

調査海域北東部の本層の層厚が厚い部分では、ソノプローブ記録において、内部に一枚の強い反射面がみられる。ボーリング資料との対比から、この反射面は約6,300年前に噴出した鬼界アカホヤ火山灰層に相当するものと考えられる。

肱川河口北方沖合約1 kmから4.5 kmにかけては、南北3 km、東西1.5 kmの範囲で、本層を対象とした建設用骨材の採取が行われており、この範囲内ではソノプローブ記録は表層部が回折波をひき内部の反射信号が不明瞭となる。この長浜港北方沖合における本層の層厚は、おおむね10 m以上、最大で30 mを超え、北西へ向かうにしたがい薄くなっていく。

肱川河口から磯崎付近にかけての沖合では、本層はソノプローブ記録において沿岸部では黒く濁り、沖合部の水深40 m付近以深では白く抜けるような反射パターンを示す。層厚は沿岸部では3 m程度であるが、水深40 m以深では5 m以上となる。

櫛生から出海にかけての沿岸部では、水深20 m付近まで本層が厚く堆積しており、層厚は10 mを超える。櫛生の北西方沖合3 km付近において、ソノプローブ記録中に火山灰層らしき反射面が認められる。しかし、調査海域北東部にみられるものと比較すると反射が弱く、鬼界アカホヤ火山灰層に相当するかどうかは不明である。

夢永岬より南西側の沖合では、本層は全体的に5 m以上の層厚を示し、沿岸部では基盤の斜面に沿って厚く堆積している。ソノプローブ記録では、沿岸部においても白く抜ける反射パターンを示し、細粒な堆積物からなると考えられる。スパーカー記録では線状の反射パターンを示し、一部白く抜ける。層厚は水深20 m付近で最も厚くなり最大で25 mを超える。

中央海底谷より北西側の調査海域北西部においては、本層は基盤起伏地形のみられる広い範囲で欠如し、北西端部の狭い範囲にのみ分布する。この北西端部では、ソノプローブ記録は黒く濁る反射パターンを示し、層厚は最大で5 m程度と薄い。

上記のように、A層は本調査海域における最上位層で、比較的軟弱な未固結の堆積物からなり、下位層の上面にみられる侵食面を埋積して分布していることから、最終氷期であるウルム氷期の最大海退期以降に堆積した沖積層に対比される。

b. D層（洪積層）

D層は、より下位のT層やR層が直接海底に露出している箇所を除いて、調査海域に広く分布する。その上面は、小規模な起伏に富むことから侵食面と考えられ、一部顕著に削り込まれたやや大きな起伏が認められる。調査海域の沿岸部を中心とする広い範囲において、この上面の起伏を埋積して分布する前述のA層と明瞭な不整合で接する。また、中央海底谷の周辺および北西側の、海底地形における基盤起伏地形域においては、本層が直接海底面を形成して露出する部分がある。

本層の反射パターンや分布形態などについては以下に詳しく記載するが、その反射パターンなどから、おおむね沿岸部では粗粒な堆積物からなり、沖合部に向かって細粒化する未固結層と考えられる。また、層厚は調査海域北東部で厚く30～40 m、中央海底谷を挟んだ北西部および中央部で20～30 mに達するが、南西部では薄く10 m未満を示

す。

本層は、その上部と下部とで音波探査記録における反射パターンに相違がみられ、これにより上部のD1層と下部のD2層とに細分を行った。ただし、層厚が薄い調査海域南西部では反射パターンが不明瞭であることから、区分できなかった。

・D1層

D層の上部層として区分したD1層は、ソノプロブ記録において、上面付近が強く黒い反射を示し、沿岸部では全体的に黒く濁る反射パターンを示すが、沖合へ向かうに従って白っぽく抜けるパターンへと変化する。スパーカー記録では、上面が明瞭な強い反射を示し、沿岸部では内部が太く波打つような反射パターンがみられるが、沖合部では連続性の悪い線状の反射パターンを示すようになる。本層は、下部のD2層およびより下位の地層が直接海底に露出する中央海底谷の北西側や、肱川の北西方沖合、また出海の北西方沖合を除く、調査海域の広い範囲に分布する。層厚はおおむね5～10mを示すが、調査海域北東部の長浜港周辺では厚く20mを超える箇所もみられる。中央海底谷の谷底部においても犀の鼻の北西方沖合で20m以上を示す。層相は、沿岸部での強い反射パターンおよび既存ボーリング資料から、比較的粗粒な砂～砂礫主体の堆積物からなると考えられる。谷底部では、底質採取結果から砂質堆積物からなると考えられる。また沖合部では、底質採取結果や音波探査記録のやや弱い反射パターンから、細粒な砂質堆積物からなると考えられる。

・D2層

D2層は、ソノプロブ記録では上面が強い反射を示すもの、内部の反射は不明瞭で読みとることが難しい。スパーカー記録では、上面が強い明瞭な反射面を示す一方、内部は弱い線状の反射パターンを示し、白く抜ける箇所もみられるという、特徴的な反射パターンを示す。調査海域北東部では、内部の反射パターンは太くなりやや乱れた感じになる。中央海底谷の付近では、一部で強く散乱するパターンもみられる。本層は、調査海域北東部の長浜港北方沖合、中央海底谷の谷底部などに分布し、北西部では一部海底に露出して分布している。層厚は、北東部では15m～20m、場所により30mと厚く、海域北西部では10m～20mで北西へ向かい層厚を増す傾向がみられる。中央海底谷の谷底では、犀の鼻北西方沖合で30m以上となる。調査海域北東部では、底質採取結果や反射パターンなどから、細粒な砂質堆積物からなると考えられる。沿岸部では、反射パターンが太く変化することから、粗粒になると考えられる。また強く散乱する箇所では、礫質な堆積物からなっていると考えられる。

D1層とD2層はほぼ整合関係で累重しており、明らかな不整合関係を示す記録は認められなかった。上記のように、反射パターンから想定される層相は、D1層は主に砂礫主体でありD2層はより細粒と推定され、それぞれの堆積時には海水準の相違および時間的な相違が考えられる。本調査では、D1層およびD2層について、相対的な海水準の低下に伴う一連の地層(D層)の上部層および下部層と位置づけたが、それぞれの間に堆積空隙があり不整合で接する可能性も考えられる。

沖積層として区分したA層に顕著な不整合で覆われる形で分布すること、沿岸部では粗粒な堆積物からなり、沖合部では細粒化する未固結層と考えられること、そして長浜港沖合の既存ボーリング資料との対比などにより、D層を洪積層に対比した。

c . T層

T層は下位の音響的基盤層であるC層およびR層が分布する部分を除く、調査海域のほぼ全域に分布している。音波探査記録の解析による不整合関係、反射パターンや堆積形態の相違、層相の大きな相違を示す明瞭な反射面などに基づいて、T層を上位のT1層から下位のT8層まで8層に細分した。また、これらの各層の分布形態や整合・不整合関係および反射パターンなどによる堆積時の相対的な海水準の検討などにより、それぞれをグループ分けし、T層をTu層、Tm層およびTl層の3部層に区分した。

・Tu層

Tu層は、T1層およびT2層から構成されるT層の上部層である。本層の上面は侵食面であり、一部大きな起伏を示す。上位のD層は、この起伏のある侵食面を埋積する形態で分布し、両者の関係は顕著な不整合である。また、調査海域の中央付近では、明瞭な傾斜不整合で接している。

T1層はTu層の上部層で、スパーカー記録により上面が明瞭な反射を示し、比較的連続性の良い線状の反射パターンを示す。中央海底谷付近では、内部に細かい回折波が卓越する散乱状のパターンを示す。本層は、犀の鼻北西方沖合約4.5 kmから出海北西方沖合約6 kmにかけての調査海域中央部で、中央海底谷より陸側にのみ分布し他の区域では欠如する。下位のT2層にアバットする形で堆積し、出海北西方沖合約6 kmでは一部海底に露出して分布する。確認される上限深度は、沿岸部で約60 mであるが中央海底谷に向かう北西方向に深くなり、櫛生北西方沖合約6 kmでは130 mとなる。層厚はおおむね10 ~ 20 mを示す。本層は、反射パターンからおおむね砂質堆積物からなると想定されるが、細かい散乱がみられる中央海底谷の周辺では礫質な堆積物から構成されていると考えられる。

T2層はTu層の下部であり、スパーカー記録で部分的に白く抜けるパターンが特徴的であり、ところにより非常に細かく散乱するパターンもみられる。調査海域北西部では、やや乱れた線状の反射パターンを示すようになる。本層は、犀の鼻より西側の調査海域中央部から西部にかけて広く分布するが、調査海域北東部では欠如する。層厚はおおむね10 m程度で、中央海底谷の南東側や調査海域南西端部では20 m程度と厚くなる。海域南西部では、本層の上面が顕著な起伏を示し、上位のD層と顕著な不整合をなしている。本層の層相は砂質堆積物主体と考えられ、記録上で白く抜ける部分はより細粒の泥質な堆積物からなると想定される。

T1層とT2層とは、ほぼ整合的であるが、一部T1層がT2層にアバットする形態がみられる部分もあり、その関係は不明である。両者とも砂質堆積物主体と想定され、似通った環境下で堆積したものと考えられるが、T2層の方が相対的に高い海水準時に堆積したものと考えられる。

・Tm層

Tm層は、T3層、T4層、T5層から構成されるT層の中部層である。上位のTu層とは不整合で接する。本層は、T3層およびT4層からなる上部と、T5層からなる下部とに細分される。

T3層は、スパーカー記録で上面が強い反射面を示し、内部が白く抜けるか、弱く連続する線状のパターンで特徴づけられる。T4層は、内部がやや乱れた太く強い反射パ

ターンで特徴づけられる。これら両層は、調査海域中央部の中央海底谷の陸側で、大野鼻北西方沖合5 km付近を中心とする南北2 km東西5 km程度の比較的狭い範囲にのみ分布する。T3層の層厚はおおむね5 m前後だが、出海北西方沖合約7 kmでは約20 mと厚くなる。T4層は層厚5 ~ 20 mである。両層は下部層のT5層とともに北~北西側に向かって傾斜しており、中央海底谷の付近で分布深度130 m以深となり不明となる。音波探査記録の反射パターンから、T3層は泥などの細粒な堆積物、T4層は砂礫などの粗粒堆積物からなると考えられる。T3層とT4層は整合的であり、ほぼ一連の堆積物と考えられる。

T5層は、スパーカー記録では上面が強い反射面を示し、内部がやや乱れた線状の反射パターンを示す。調査海域中央付近の、前述のT3層とT4層が分布する海域では、本層の上部がゴマシオ状の特徴あるパターンを示す。犀の鼻から北西に引いた線の南西側にのみ分布する。本層の層厚は5 m前後だが、調査海域南西部では10 m程度となる。深度70 m以深に分布し、櫛生沖合約5 kmでは分布深度150 m以深となり、分布が不明となる。反射パターンから砂質のやや粗粒な堆積物からなると考えられる。上位のT3層およびT4層のユニットと整合的な分布形態を示すが、調査海域南西部では、T5層の上面が顕著な侵食面となっていることから、その間に堆積間隙があるものと考えられる。

・ T1層

T1層は、T6層、T7層、T8層から構成されるT層の下部層である。上位のTu層、Tm層が調査海域中央部から南西部にかけて部分的に分布するのに対し、北東部を含むほぼ調査海域の全域にわたって分布する。上位のTm層(T5層)とアバットにより接し、堆積形態に明瞭な相違がみられる。本層は、部分的に傾いた内部層理の発達がみられ、褶曲などの構造が顕著にみられる。

T6層は、スパーカー記録で上面が強い反射を示し、内部は連続性の悪い反射面を示す。肱川河口北西方沖合約3 km付近では、海底に露出して分布し、その部分では内部に顕著な層理面が確認できる。より下位のR層が海底に露出する範囲を除く、調査海域のほぼ全域に分布する。層厚はおおむね15 ~ 20 m前後であるが、肱川河口の北西方沖合では下限がはっきりしないものの40 mを超えるものと考えられる。分布深度は、沿岸部では20 m程度と浅いが、北西方向へ向かって深くなり、中央海底谷の南東側で150 m以深になり確認できなくなる。また海底谷のすぐ北西側では海底に露出し、上面分布深度は50 mほどであるが、北西へ行くにしたがって深くなり、調査海域北西端では100 mとなる。音波探査記録のパターンや底質採取の結果から、砂礫質な堆積物からなると考えられる。

T7層は、スパーカー記録において、上面が強い反射を示すことにより区分した。内部はやや不明瞭な乱れた反射パターンを示す。肱川河口北西方沖合約5 kmでは、層内に層理面が確認できる。下位のR層が海底に露出する範囲を除いて、調査海域のほぼ全域に分布すると考えられるが、出海の沖合より北東側では、T6層の下限が不明瞭なため分布するかどうかははっきりしない。層厚は20 m程度で、調査海域南西部では深度80 ~ 120 m、調査海域北西部では深度60 ~ 120 mに分布する。反射パターンから粗粒な堆積物から構成されていると考えられる。

T8層は、スパーカー記録において、上面が強い反射を示すことで区分できる。部分

的に、内部にやや乱れた反射パターンがみられる。中央海底谷の北西側で、深度50 mから120 mにかけて分布が確認できるが、それ以外の区域では分布深度が深いことから確認できない。粗粒な堆積物から構成されていると考えられる。

T6層、T7層、T8層はそれぞれほぼ整合的に接しており、堆積環境の相違により層相に変化のみられる一連の堆積物と想定される。

T層は、基盤岩と考えられる下位層を覆って堆積し、洪積層に対比したD層に顕著な不整合で覆われる。また、反射パターンから、成層したやや締まった堆積層と想定される。さらに、後述する構造運動の影響を多く受けている地層である。このようなことから、T層を、本調査地域の北東に隣接する「郡中」図幅に分布する、鮮新 - 更新統の郡中層の相当層に対比した。

d . C層・R層（音響的基盤層）

固結した岩盤と想定される、散乱状の反射パターンを示し内部からの信号がほとんど得られない音響的基盤層として、R層およびC層を区分した。

R層は、音響的基盤層に特徴的な反射パターンにより、上位の堆積層と明瞭に区分される。

本層は肱川河口から南西側で、海岸沿いにほぼ連続して分布し、一部は海底に露出する。磯崎北方沖合2 km付近では海底に露出し、そこから西側に連続して分布する。長浜港の北方沖合約1.5 kmでは、A層およびD層と直接接する形で、東西方向に約2 km連続して分布する。また、本調査範囲の陸域においては、三波川変成岩類広く分布し、海岸線付近まで山地を形成している。以上のことから、R層は三波川変成岩類に対比できる。

一方、肱川河口の北西方沖合約5 kmから、出海北西方沖合約8 kmにかけての、中央海底谷のすぐ北西側では、T層中に音響的基盤層と考えられる強く散乱する反射パターンが認められる。この音響的基盤層は、地質構造の項で記述するように、中央構造線と解釈される中央海底谷の北側に分布していることから、三波川変成岩類ではないと考えられる。また、出海北西方沖合約5 km付近では、T層が同様の音響的基盤層の衝上を受けている記録がみられる。この形態は、陸域において郡中層中に衝上する和泉層群の形状に似ている。さらに、本調査海域の図隔外北側7 kmに位置する青島は、和泉層群からなる。このような分布形態および位置から、中央海底谷の北側にみられる音響的基盤層をC層として区分し、和泉層群に対比した。

e . 沖積層厚および基盤層の状況

本調査海域の最上部層である軟弱な沖積層の分布、およびその基底面の状況を把握するために、図 - 25 に示す沖積層等層厚線図および図 - 26 に示す基盤等深線図を作成した。

沖積層等層厚線図は、沖積層の分布状況を5 m間隔の等層厚線で表したものである。本調査海域では、沖積層厚の厚い区域が2つ認められる。1つは調査海域北東部の長浜港沖合海域で、広範囲にわたり10 m以上の層厚分布がみられ、最大30 mを超える部分がある。この付近の等層厚線が入り組んだ形状をしているのは、沖積層を対象とした建設用骨材の採取が行われている箇所があるためである。この付近の沖積層は、主に肱川から供給される碎屑物が堆積したものである。もう1つは調査海域南西部で、夢永岬より南西の沿岸部にみられ、等層厚線は海岸線沿いに細長く分布し最大で25 m以上を示す。

これは沿岸付近を流れる潮流によって運搬された土砂が、基盤の斜面上に堆積したものと考えられる。

基盤等深線図は、沖積層を剥いだ地形を等深線で表したもので、等深線の間隔は5 mである。これは、最上位のA層堆積前の古地形に近似したものである。

基盤上面の形状は、現在の海底地形とほぼ似通った形状を示すが、肱川河口の北側ではより深度が深くなっている。調査海域中央の中央海底谷は、現在の海底地形より顕著にみられ、この谷がA層堆積以前に既に形成されていたことを示している。沿岸部から海域中央部に向かうような、顕著な埋積谷は認められない。調査海域南西部には深度50 mから55 mの平坦面が広がっていて、海底地形で認められたやや小規模な谷地形は認められない。本調査海域における基盤層の最深部は、喜木津北方沖合約10 kmの深度78.5 mで、中央海底谷の谷底部にあたる。

3) 地質構造

a. 断層・撓曲

本調査海域においては、音波探査記録の解析結果から多くの断層や撓曲構造が認められた。本調査海域の地質構造図を図-27に示す。

本調査海域においては、調査海域北東端付近から、北東-南西方向に雁行しながら連続する、断層・撓曲が顕著である。これらは隣接する「郡中」、「串」図葉から連続しており、中央構造線活断層系であると考えられる。個々の断層・撓曲の延長は最大で7 km程度だが、一連の構造としてみた場合は13 km以上となり、調査海域外へと連続する。これらの断層は、調査海域中央部の顕著な中央海底谷沿いにみられ、地溝状に南東落ちのものと北西落ちのものがみられる。調査海域の北東端付近では、海底面およびA層にまで変位を及ぼしている。変位量は、T層上面を基準として、調査海域北東端付近では20 m程度だが、喜木津北方沖合約9 kmの調査海域西縁付近では100 m近くになる。また、犀の鼻北西方沖合約5 kmでは、中央海底谷の谷筋が屈曲しているが、これは中央構造線活断層系の右横ずれ成分による動きの影響を受けたものと考えられる。

次に顕著なものが、夢永岬北方沖合約5.5 kmから7 kmにかけてみられる断層・撓曲群で、東北東-西南西方向に数多く確認できる。これらのほとんどは南落ちだが、一部では北落ちを示す。断層の延長は、長いものでは5 km以上になり、調査海域の西側へと連続する。これらの断層はおもにT層内にのみ変位がみられるが、一部D層内にまで変位を及ぼすものもある。

この断層・撓曲群の東側、櫛生の北西方沖合約3 km付近には、ソノプローブ記録で海底にまで変位を及ぼしている断層が確認される。変位量は海底面で約1.5 m、A層基底で4 m、T層内では20 mと、累積性が認められる。また、この断層の沖合約0.1 kmには、落ちの方向が逆で、同様にA層内に変位を及ぼしている断層が確認され、地溝状の形状を示す。

長浜港北方沖合には、西北西-東南東方向の断層が2条認められた。これらの断層はD層基底で6~10 m、A層内でも5~6 mの変位量がみられる。長浜港防波堤工事に伴う既存ボーリング結果で、この付近に近接する2本のボーリングにおいて、沖積層内に挟在する火山灰層の出現深度に15 m近い差がみられることから、この断層の存在が裏付けられる。

肱川河口西方沖約2 kmには、東西方向に約0.7 kmの南落ちの断層がみられ、T層下部で約10 mの変位量を示す。

また、肱川河口北西方沖合約3 km付近では、海底に露出して分布しているT層の下部層内に断層による変位と考えられる記録がみられたが、方向性などが不明瞭なため図示しなかった。

なお、調査範囲南西部の陸域では、北西 - 南東方向の断層がみられ、夢永岬西側の海岸まで連続している。この断層の海域延長部においては、音波探査記録から断層らしき構造は認められなかった。

b. 褶曲

本調査海域の北西部では、T層およびD層内に傾斜0.5°ほどのゆるい褶曲構造が認められる。この構造は調査海域北東端付近から南東方向に5 kmほどみられ、北西 - 南東方向の向斜軸と、その両側に平行する背斜軸が認められる。これは中央構造線の活動により断層の北西側が隆起し、その影響で褶曲構造が形成されたものと考えられる。また肱川河口北西方沖合約3 km付近では、海底に露出して分布しているT6層内で褶曲構造が確認できる。本調査において認められた上記の褶曲は、全体に規模が小さく、一部不明瞭なものもあることから、地質構造図には図示しなかった。

c. 走向・傾斜

本調査海域に分布する地層について、測線の交点において、図解法により地層内の走向・傾斜を求めた。T1層は、沿岸部においては海岸線とほぼ平行な走向を示し、約1°の傾斜で北西に傾斜している。櫛生北西方沖合約3 kmから、喜木津北方沖合約6.5 kmにおいて、北～北北東の走向に変化し、約2.5°の角度で傾斜し分布深度が深くなる。Tm層は、喜木津北方沖合約7.5 kmではN65°W7°N、夢永岬北方沖合約7.5 kmではN75°E4.5°Nを示す。調査海域北西部の、中央海底谷の北西側では、磯崎の北方沖合約11.5 kmで、N65°E1°N、喜木津北方沖合約10.5 kmでは、N12°E1.5°W、喜木津北方沖合約12.5 kmでは、ほぼNS走向でE0.5°の傾斜を示す。犀の鼻北方沖合約7.5 kmでは、N85°W2°Nを示す。D層については、ほぼ水平に堆積していると考えられるが、磯崎北方沖合約8.5 kmの、中央海底谷の谷底部では、N85°E2°Nを示した。A層についても、ほぼ水平に堆積しているが、調査海域北西部のA層が厚く堆積する部分では、内部に傾斜した層理面がみえる部分があり、長浜港北方沖合約1.5 kmではN80°W0.5°Nの走向・傾斜を示す。

4) 地質構造発達史

本調査により得られた海底地形、海底地質構造の特徴と既存文献・資料により、本調査海域の地質構造発達史を以下のようにとりまとめた。

中生代三畳紀から白亜紀初期にかけて、当時赤道付近に位置していた黒瀬川古陸の北側縁海で三波川変成岩類の源岩が堆積した。そしてこの縁海と黒瀬川古陸は白亜紀前期には北上をはじめ、白亜紀中期には美濃 - 丹波帯と衝突し、三波川変成作用がおこり、続いて領家花崗岩類が貫入・上昇した。この頃、中央構造線が形成され、断層により形成された堆積盆地に和泉層群が堆積をはじめた。

そののち白亜期末から、さらに北上運動は続き、本調査海域を含む西南日本の地塊はアジア大陸へ衝突した。この運動にともなって三波川帯は急激に上昇・陸化し、中央構造線沿いに始新統の久万層群の堆積がおこった。

新第三紀中新世に入り、日本海の拡大により西南日本の地塊は南方へ移動し、ほぼ現在の位置に達した。この運動にともなって、鮮新～更新統の堆積盆地の原型が形成され、調査地域周辺では郡中層などが堆積した。

更新世中期には、これらの鮮新～更新統は、中央構造線の断層活動により変異を受け、陸化・侵食され、その後、段丘堆積物が下位層の侵食面を埋めて堆積した。

約2万年前のウルム氷期最大海退期には海水準は最も低下した。この氷期による海退期には、本調査地域は広く陸化していたと考えられ、それまでに堆積した比較的軟弱な段丘堆積物の多くは侵食された。

ウルム氷期が終わり完新世に入ると大規模な海進が始まり、まず粗粒の堆積物が地形の凹部を埋めて堆積し、海進の進行に伴い順次細粒の堆積物へと漸移した。縄文期には現在の海面より数m高い海水準となった。約6,300年前には南九州の鬼界カルデラが噴火し、アカホヤ火山灰が本調査地域周辺を覆った。その後海水準は現在とほぼ同じレベルで安定し、潮流の強い場所では新規の堆積物は堆積しなかったが、周辺の流れが停滞する部分では粗粒の堆積物が厚く堆積した。このような堆積環境は、現在もなお継続しているものと考えられる。

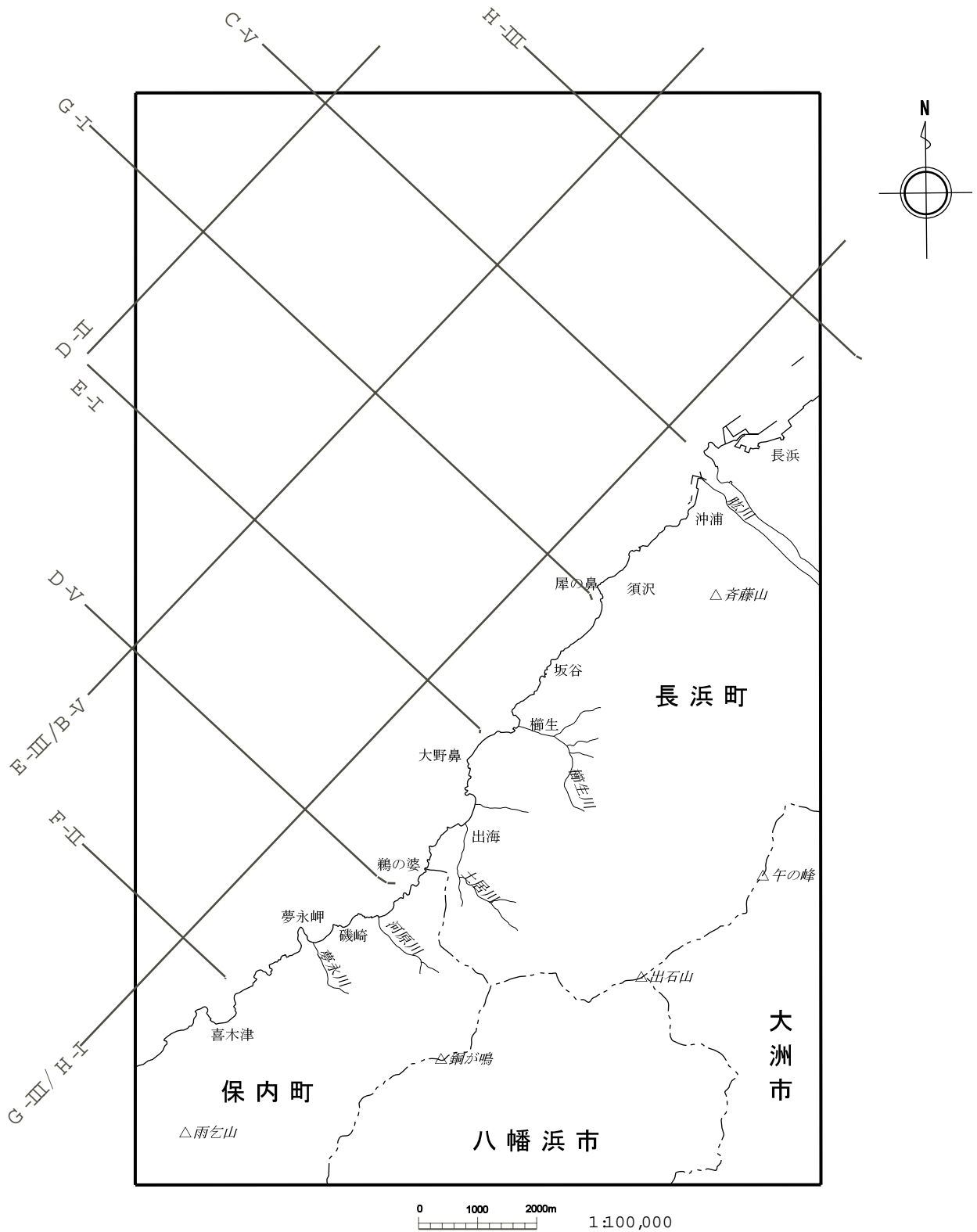


図 - 22 地層断面位置図

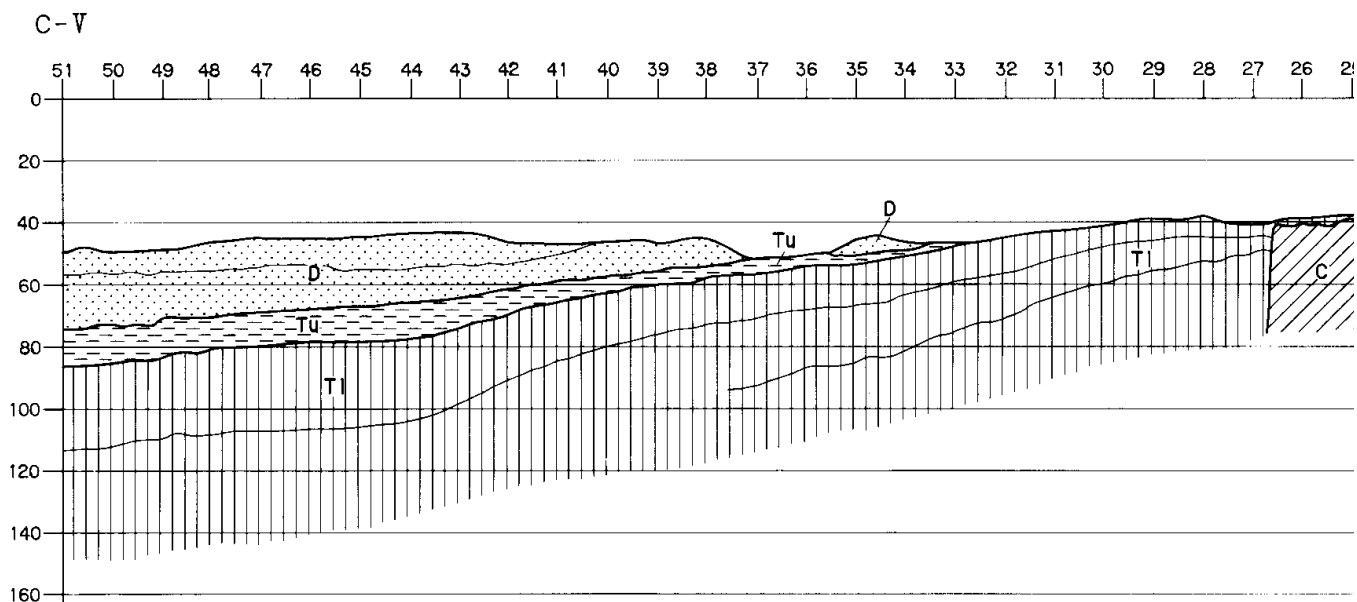
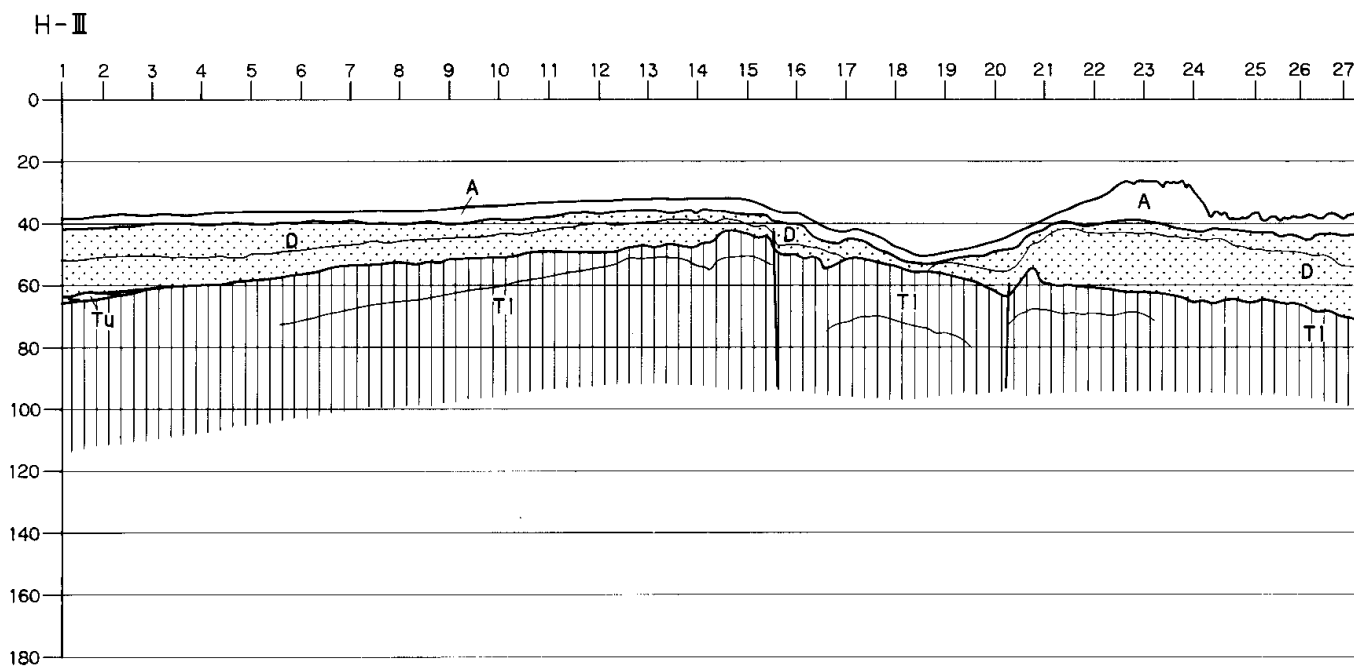
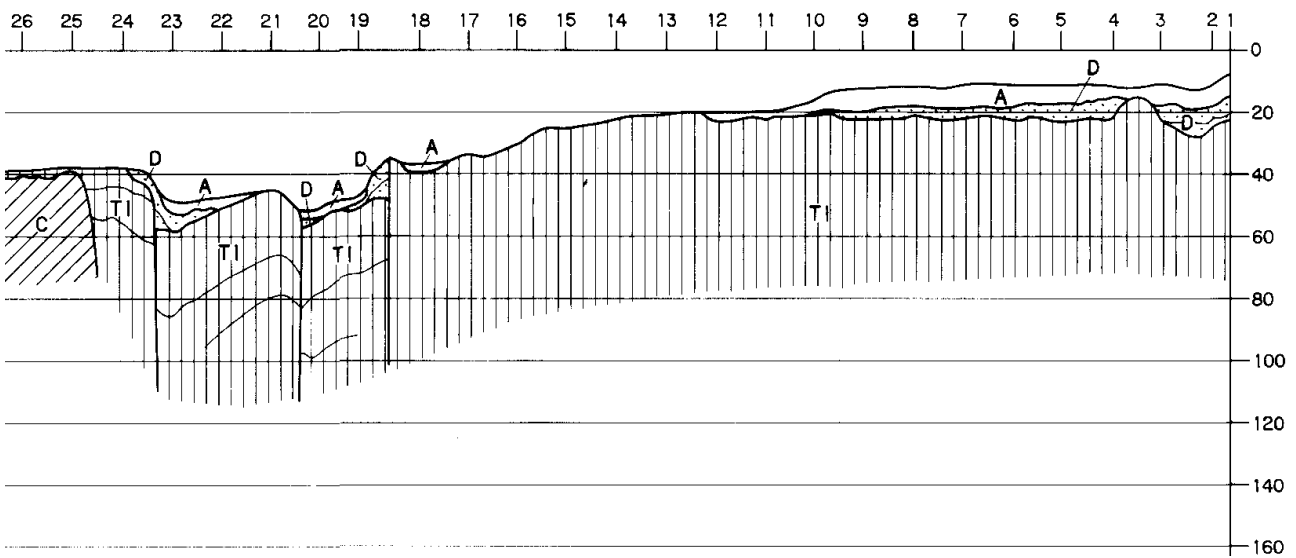
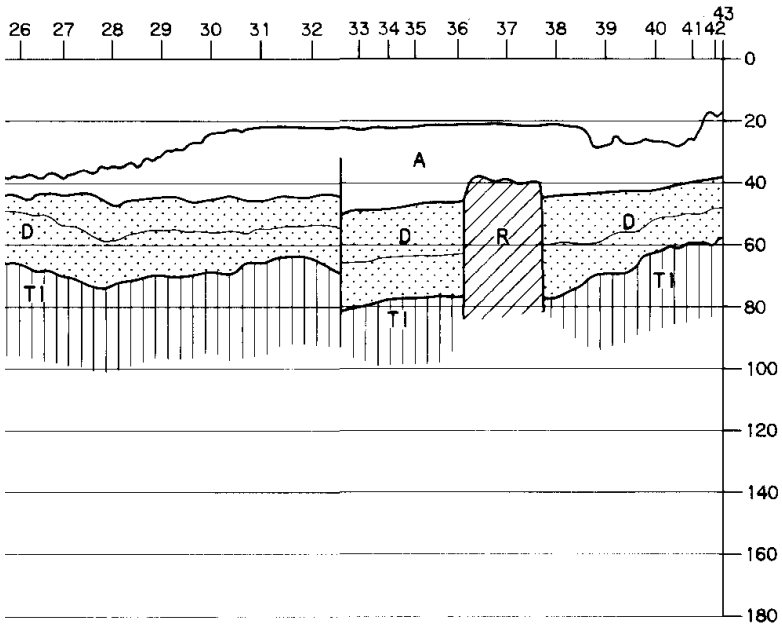


図 - 23 地層断面図 (その1)



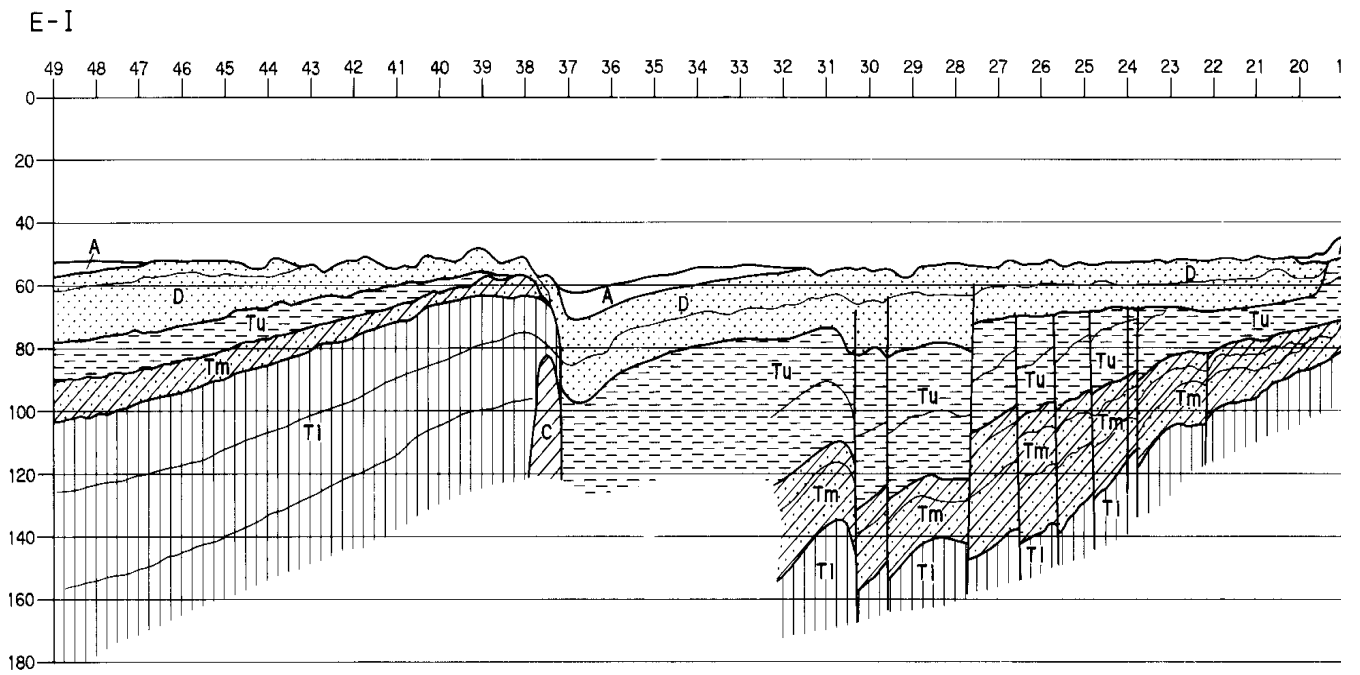
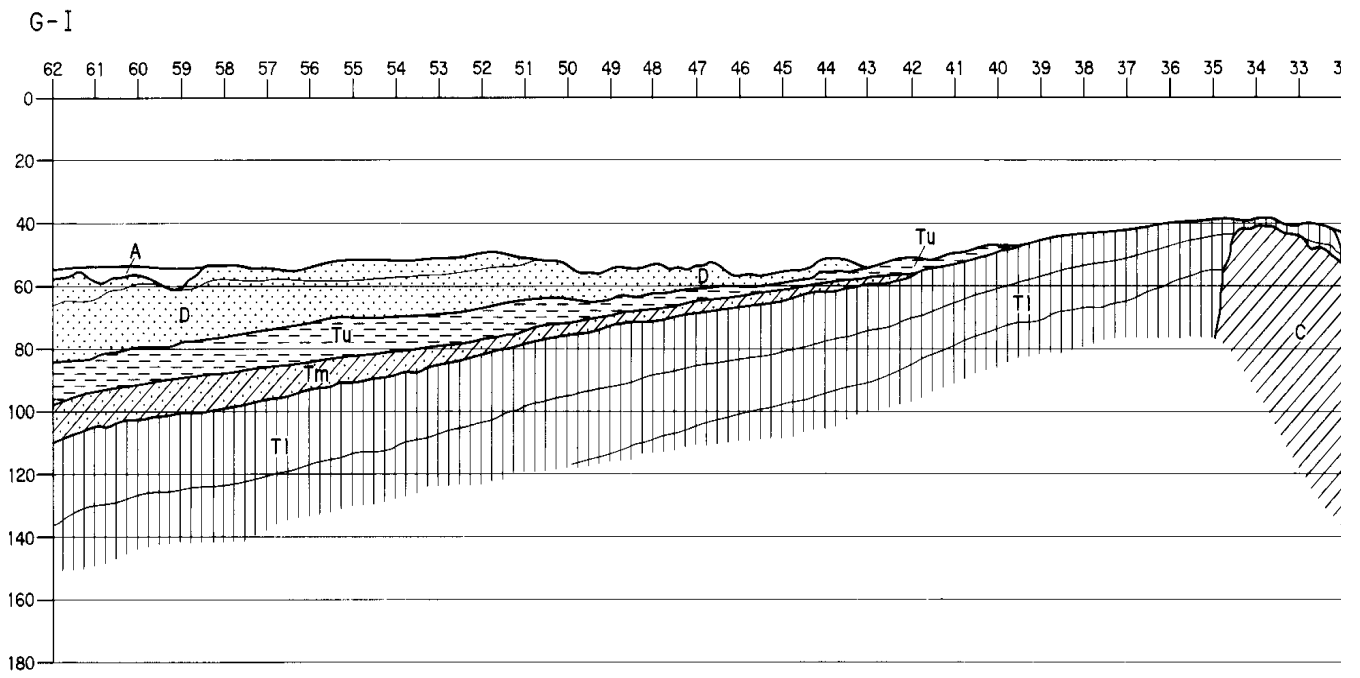


図 - 23 地層断面図 (その 2)

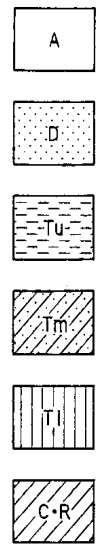
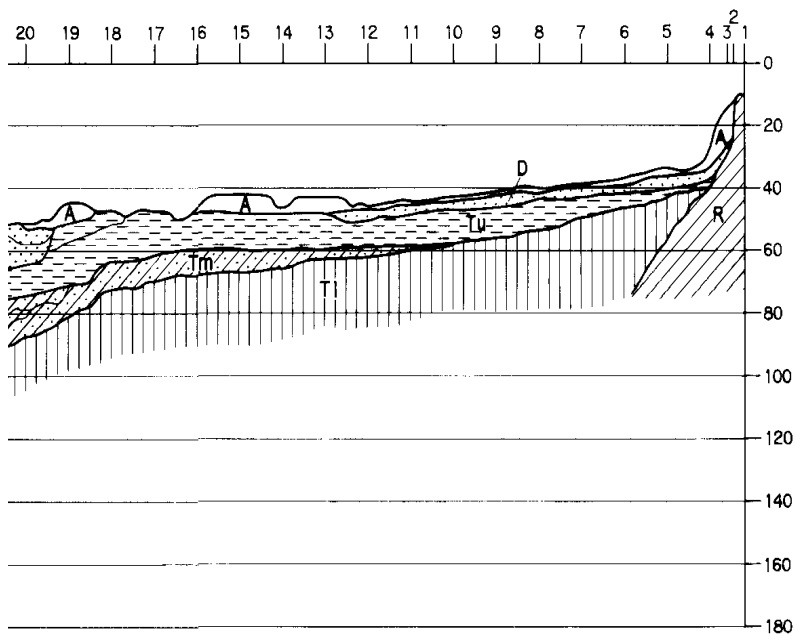
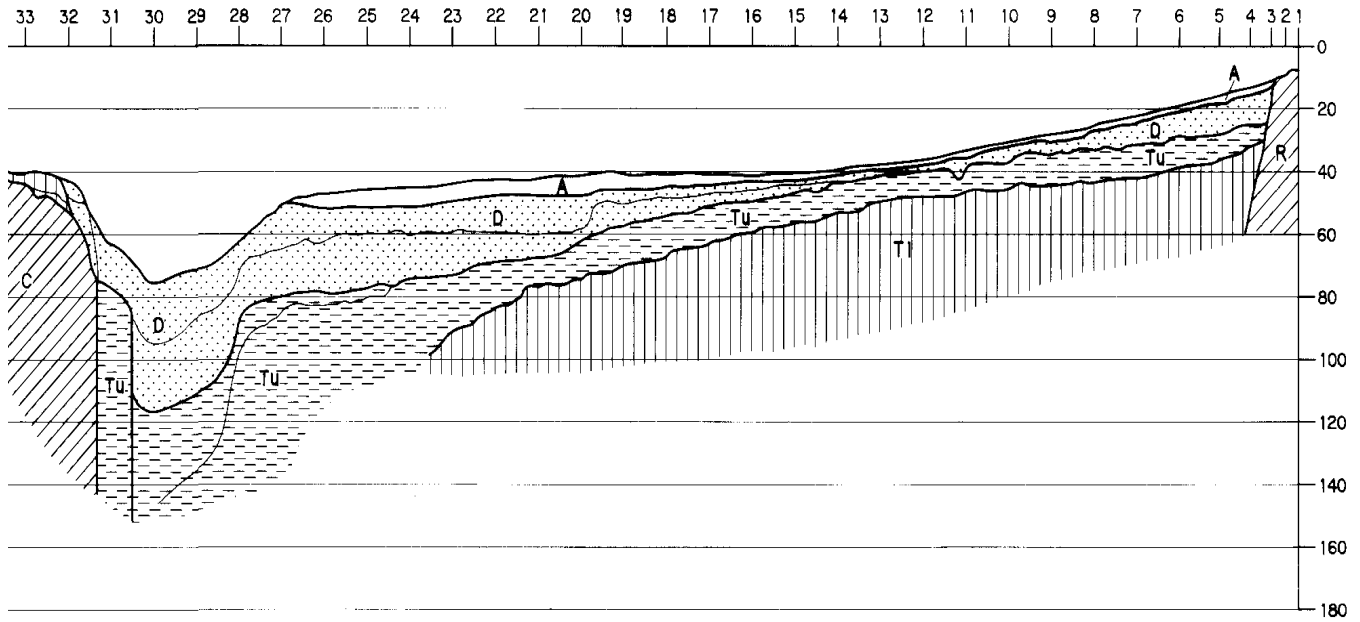


図-26 地層断面図(その2)

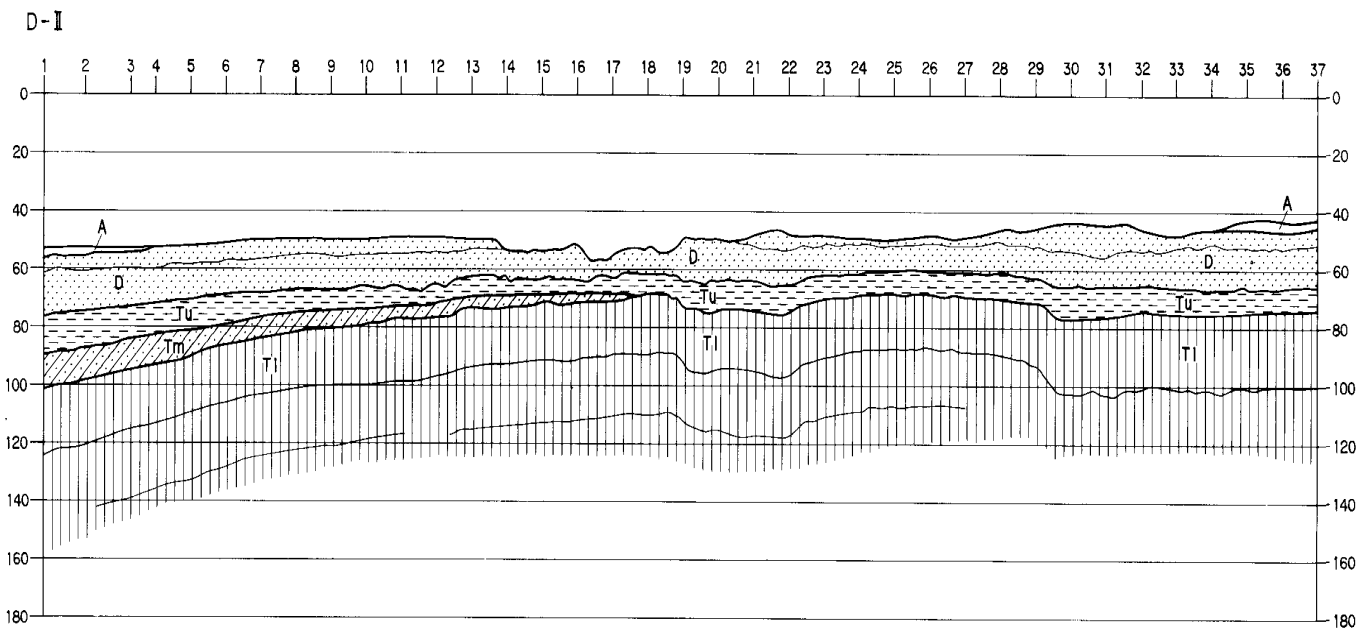
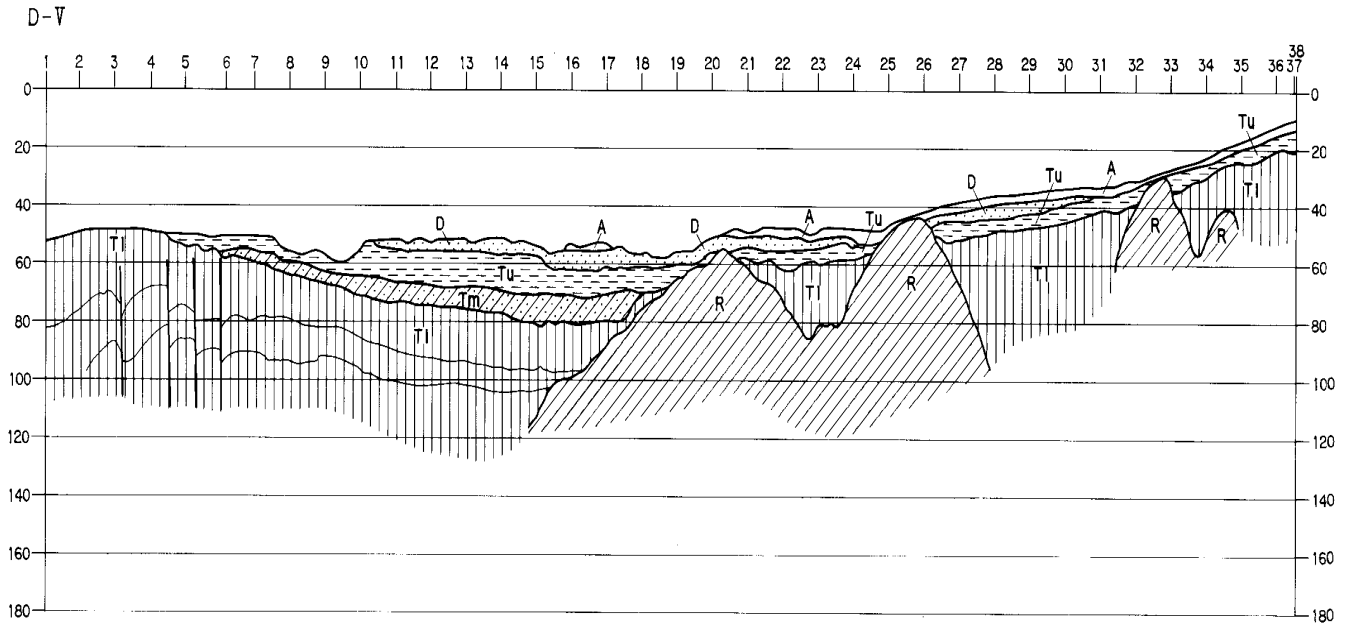


図 - 23 地層断面図 (その 3)

F-I

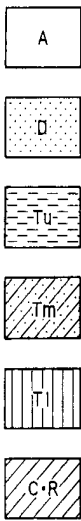
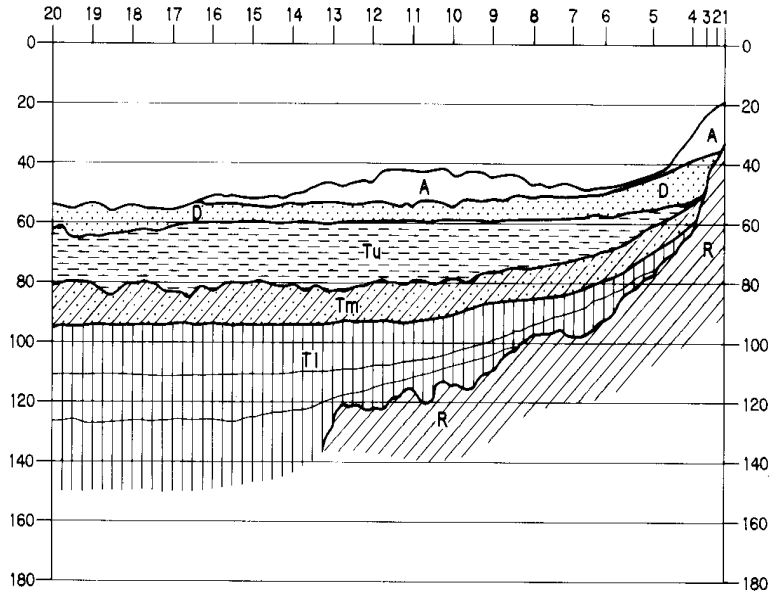
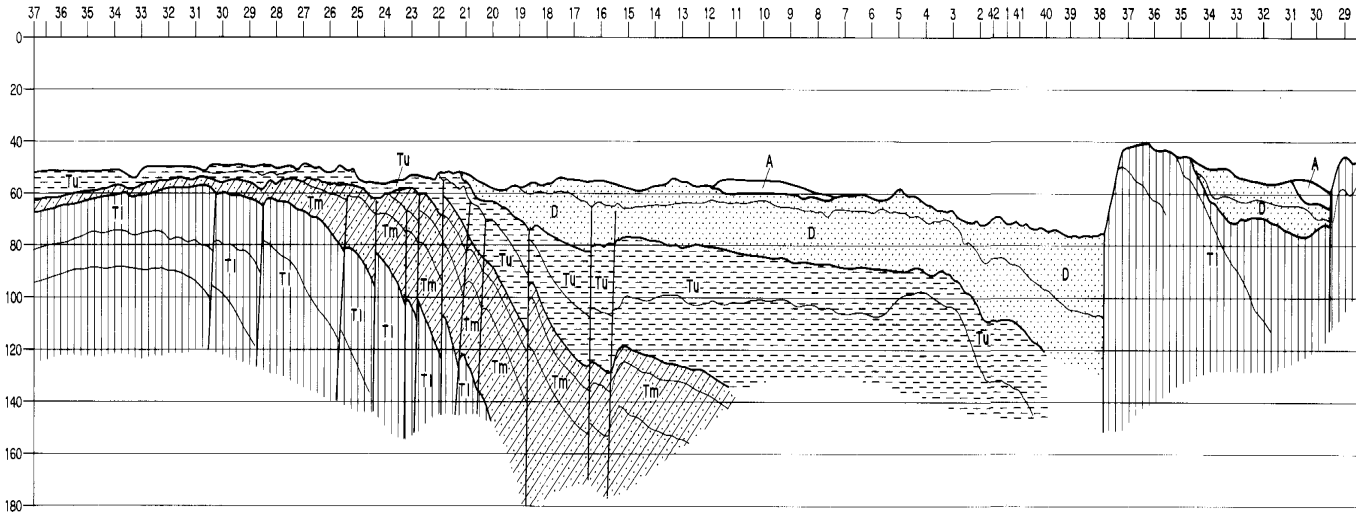


图-26 地层断面图(その3)

E-II/B-V



G-II/H-I

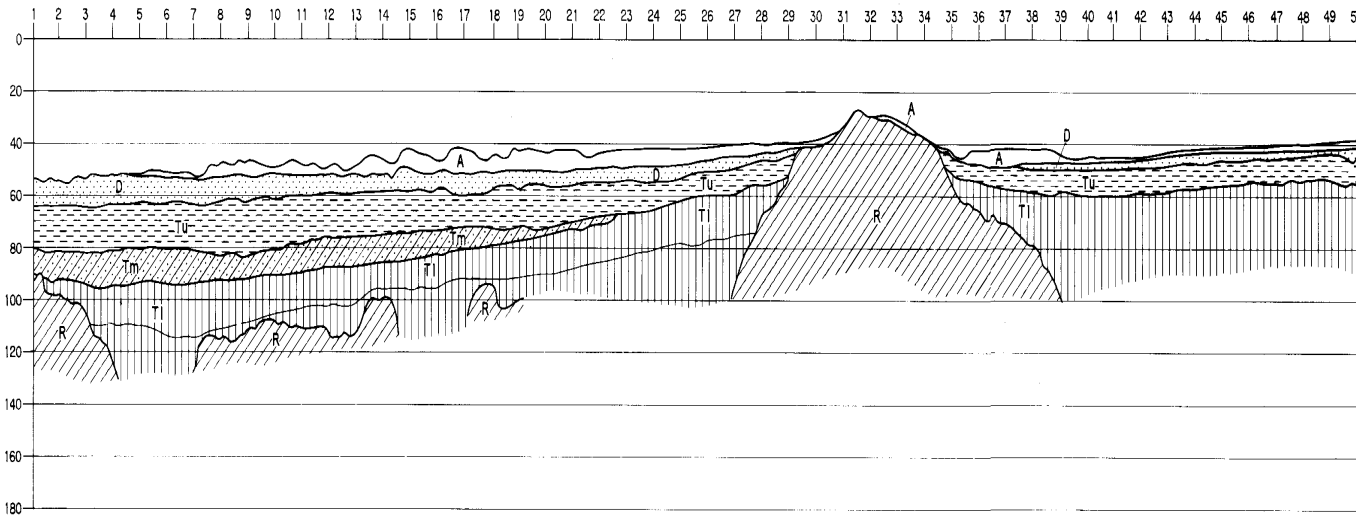


図 - 23 地層断面図 (その 4)

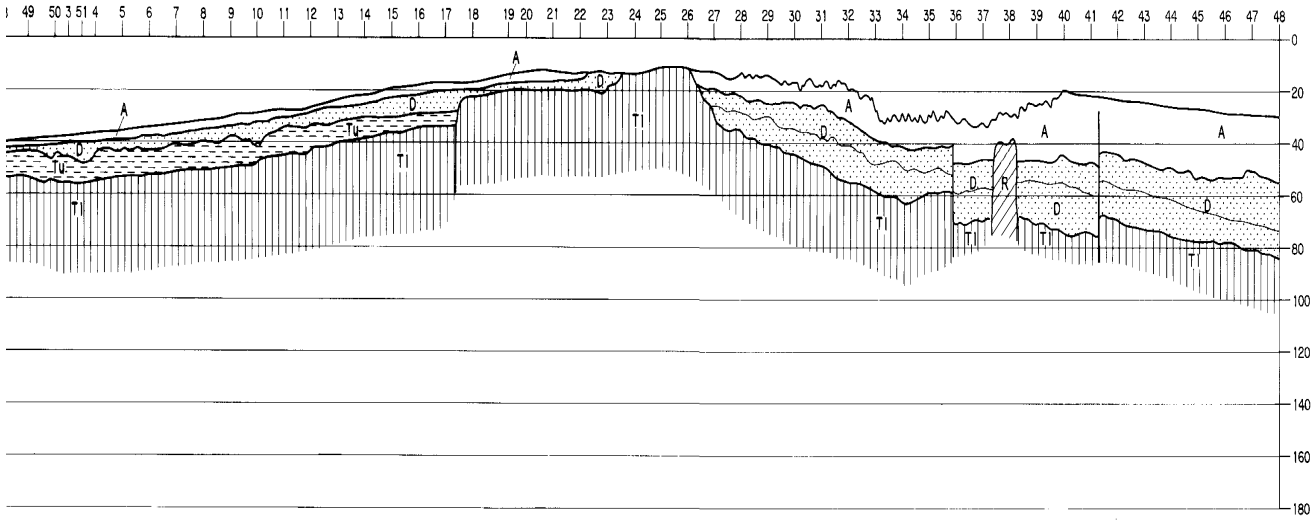
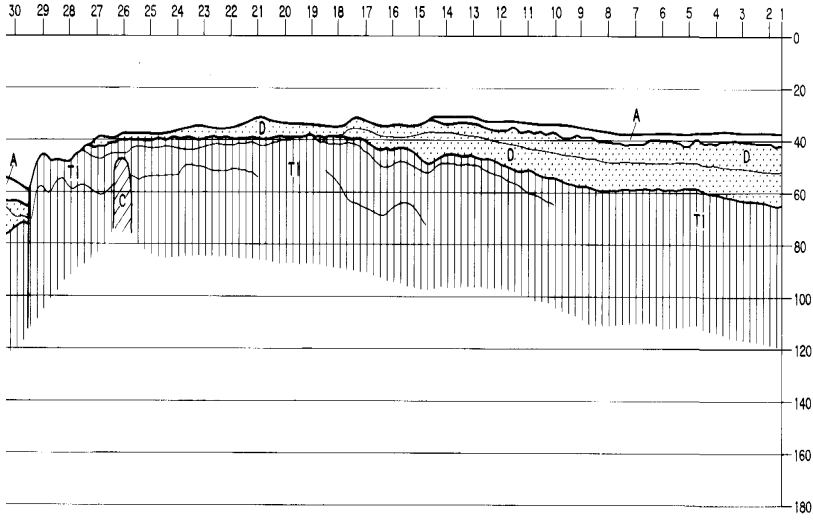


図-26 地層断面図(その4)

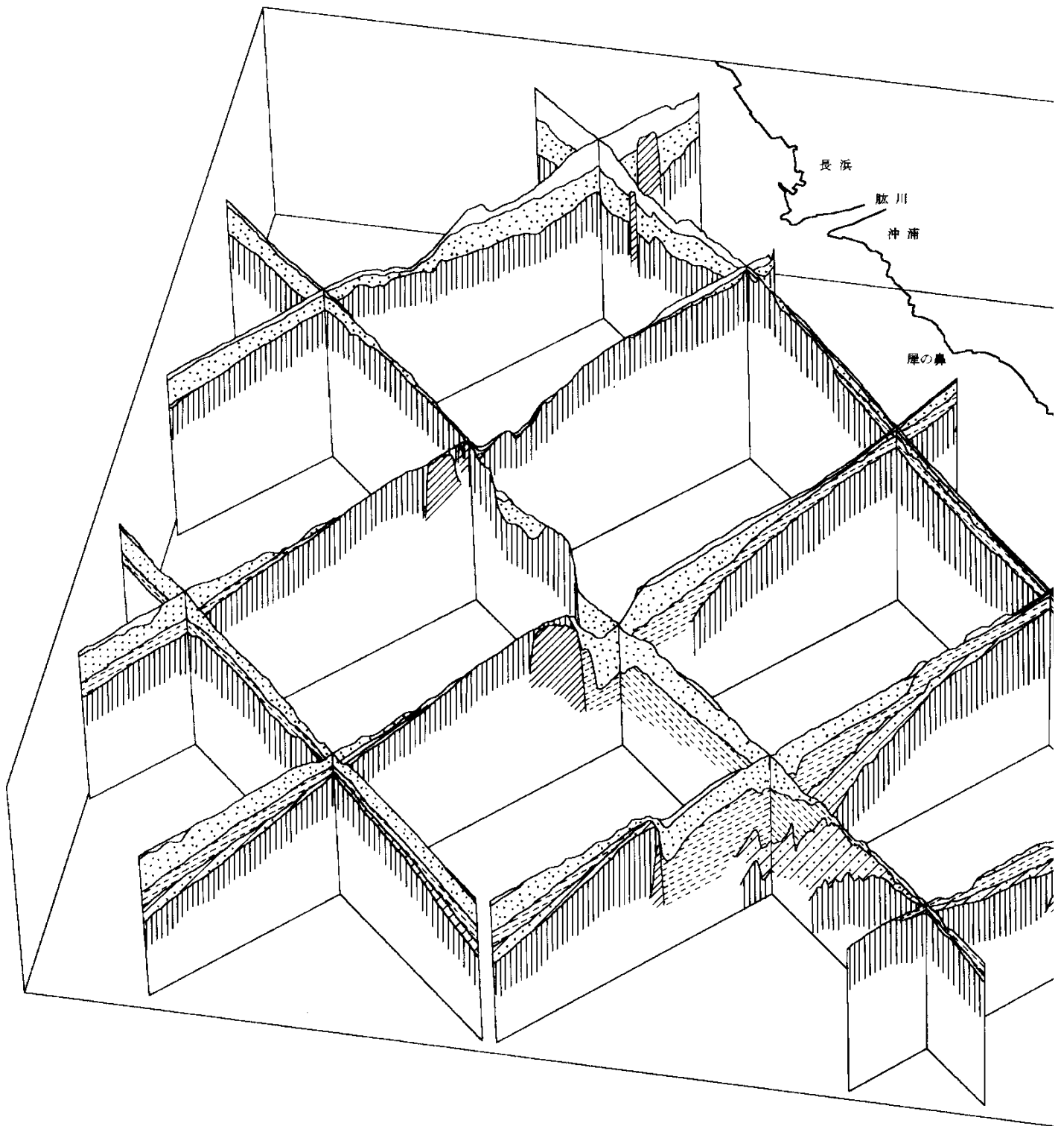


図 - 24 調査海域のパネルダイアグラム

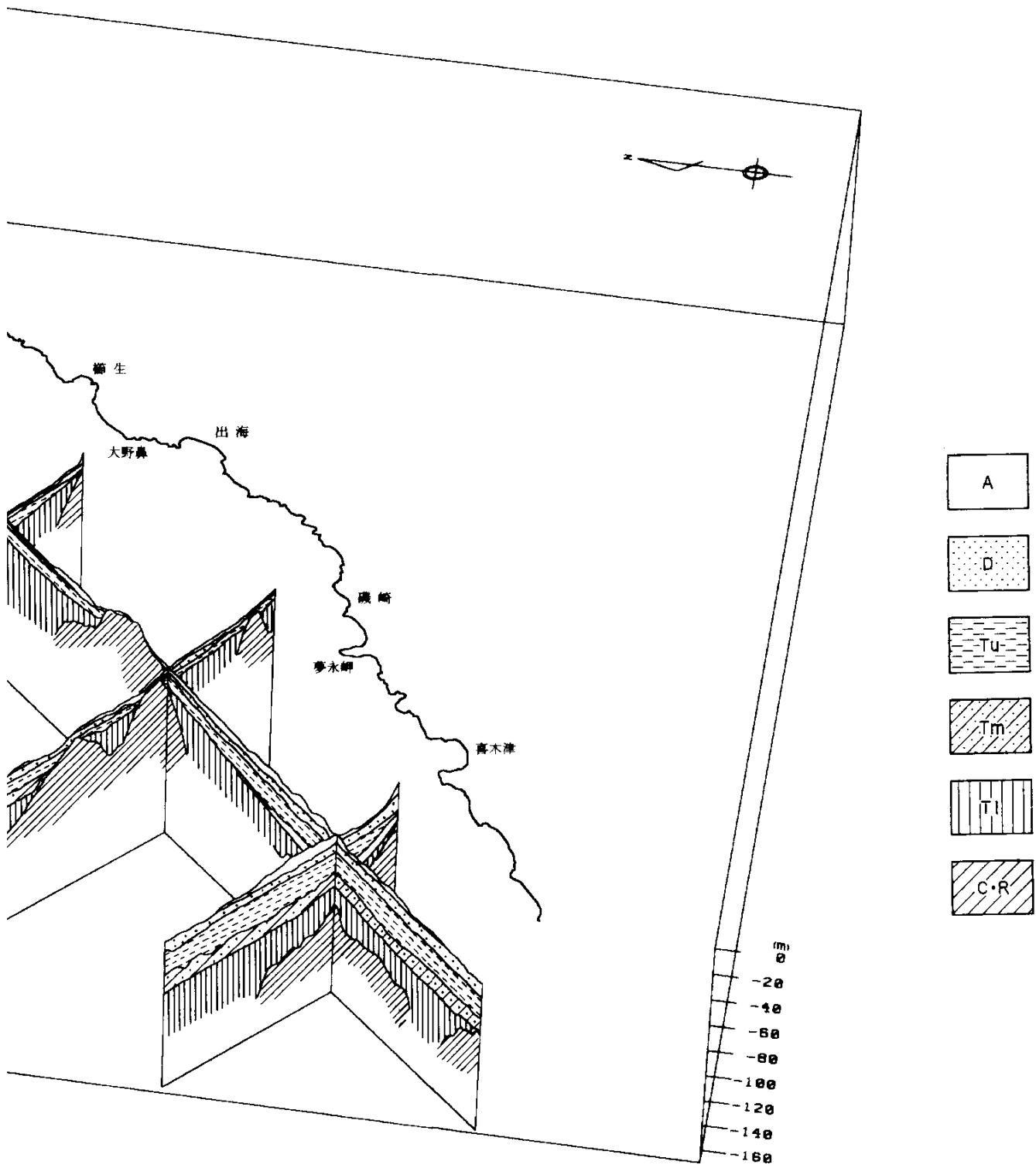


図 67 藤生地域の地質断面図

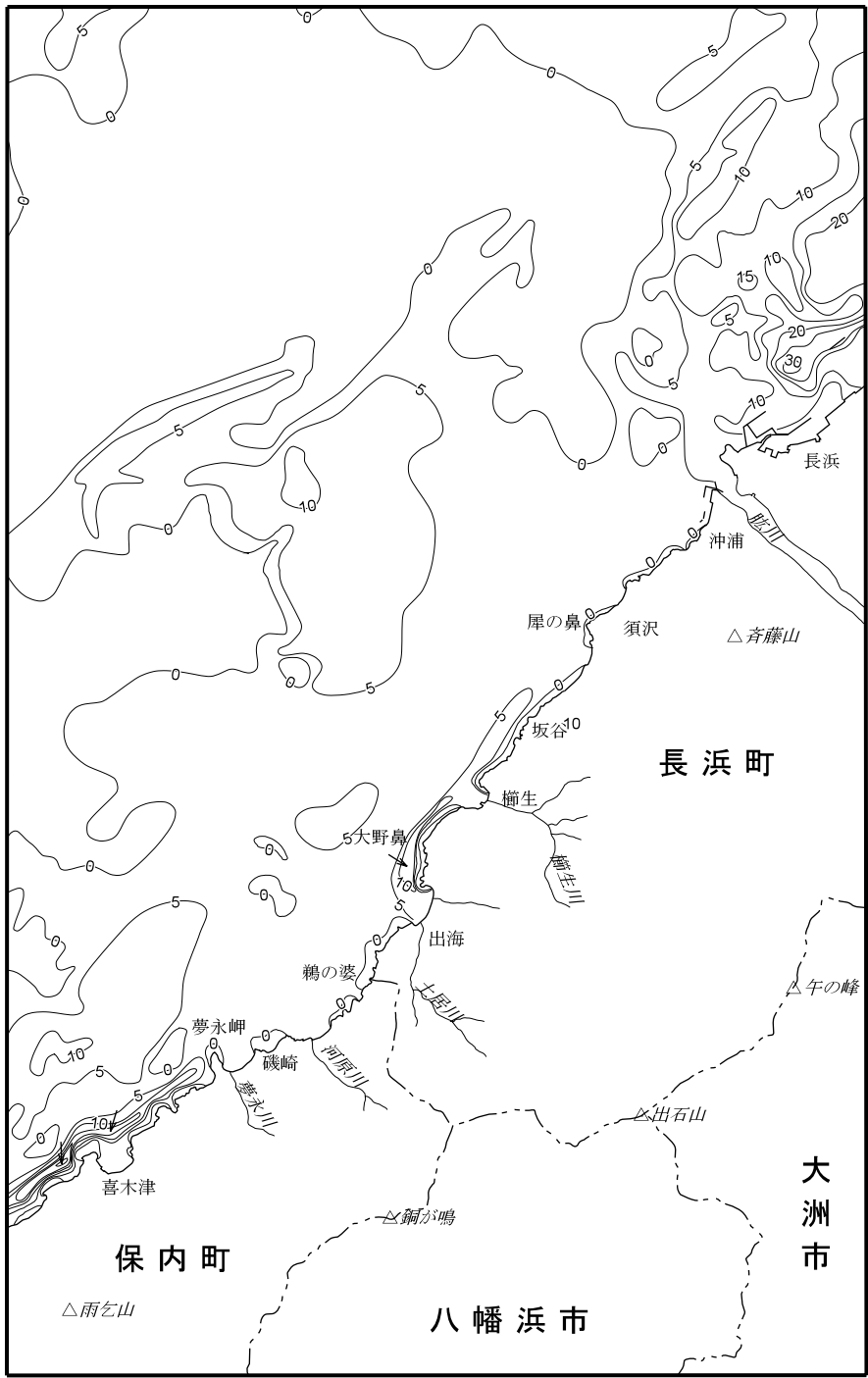


図 - 25 沖積層等層厚線図

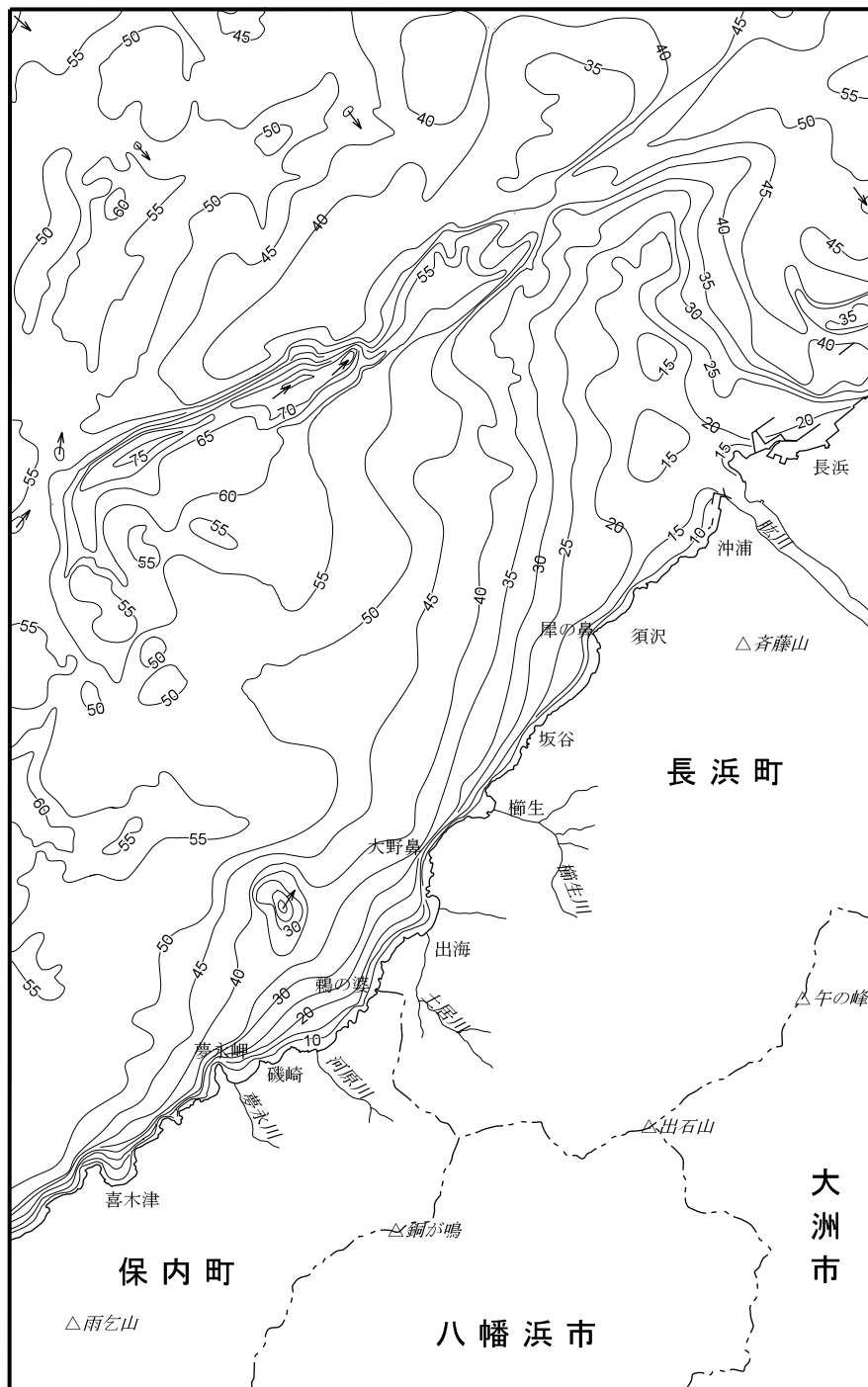
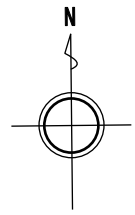
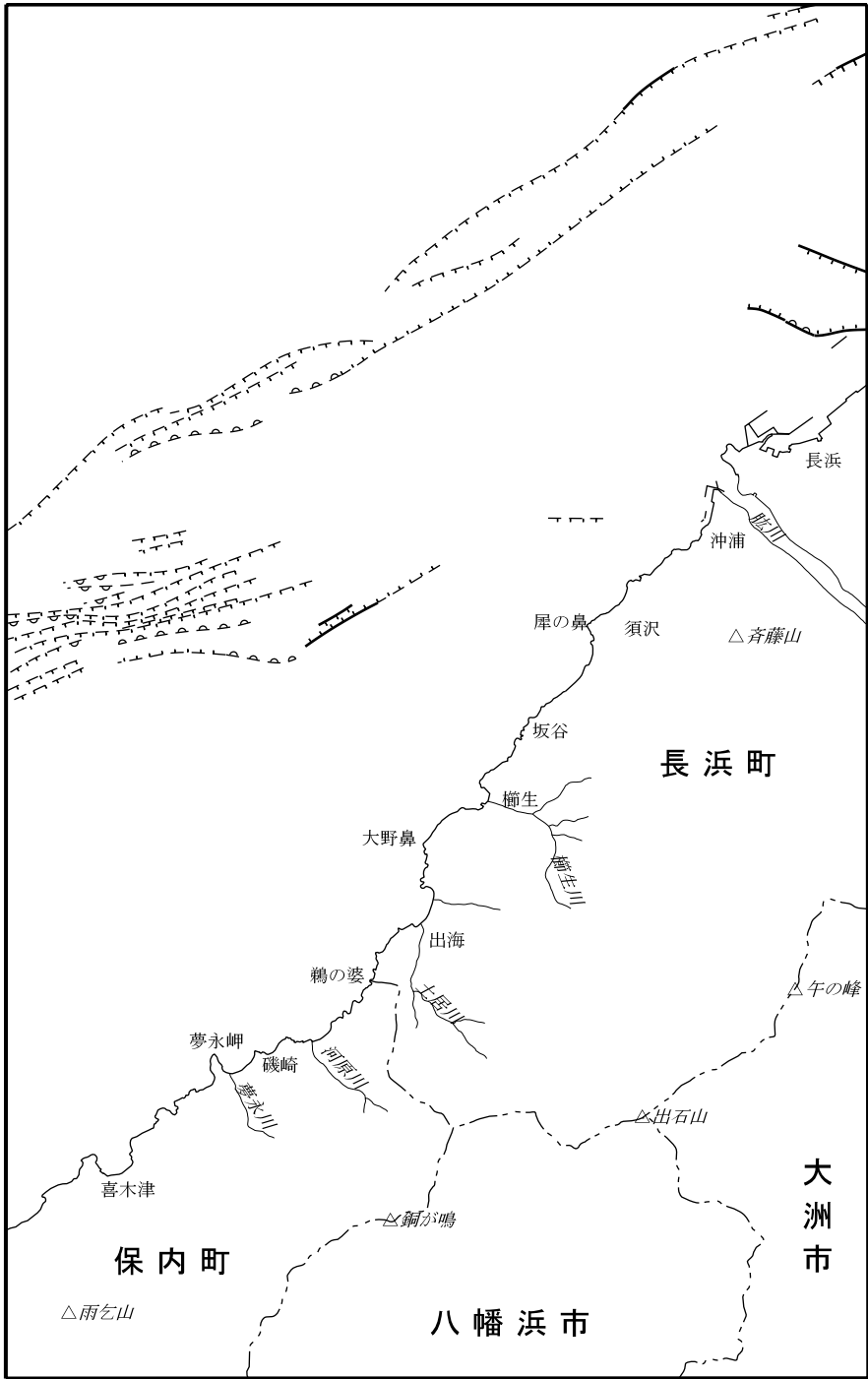

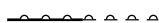


図 - 26 基盤等深線図



断層 
 短線は縦ずれの低下側を示す

撓曲 
 半円は縦ずれの低下側を示す

※破線は伏在

0 1000 2000m 1:100,000

図 - 27 調査海域の地質構造図

- 6 気象・海象

1) 海象

潮汐

潮汐による高潮および低潮は、おおむね6時間毎に繰り返すが、相次ぐ2つの高潮あるいは低潮の潮高は同一日であっても同じ高さのことは少ない。また、高潮から次の高潮まであるいは低潮と次の低潮の間の潮時にも差があるのが普通である。これを日潮不等といい、日本近海ではおおむね大きく、著しい場合には、1日1回の高潮および低潮のみの1日1回潮となる。

本調査海域の伊予灘の潮汐は豊後水道から入って東進する潮汐波に支配され、一般に潮差が大きく日潮不等は比較的小さい。松山地方気象台の平成6～10年の統計資料によると、松山港では平均海面が東京湾平均海面(T.P.)下0.08mに位置し、大潮時の平均的な干満差は3.47mに達する。調査期間中の長浜港の験潮記録を見ると潮時の不等はほとんどなく1日2回潮であり、潮高の不等は高潮時に約0.4m、低潮時に約0.8mである。

潮流

潮汐にともなう海水の周期的な流動を潮流という。「日本全国沿岸海洋誌」によると、伊予灘の潮流は一般に海岸線に沿って北東および南西に流れる。北東流は低潮約2時間後から高潮約2時間後まで、南西流は高潮約2時間後から低潮約2時間後まで流れ、大潮期の最強流速は1～2.0knとなるが、流向、流速は日により著しく変化する。

また、恒流とは、潮流観測を潮汐・潮流の変動の1周期にあたる25時間連続観測した場合の平均値を示したもので、その海域における定常値に近似した値とされる。

図-28に上げ潮最強時の潮流、図-29に下げ潮最強時の潮流、図-30に表層の恒流模式図を示す。

水温・塩分・透明度

「日本全国沿岸海洋誌」によると、春季から夏季にかけて、伊予灘中央部底層に冷水塊の形成が見られる。特に、夏季に水深の浅い周防灘で太陽放射の影響を受けた高温、低塩分の沿岸水が形成される。この水温は28℃に達し、外洋水の25℃より高く、表層の水温、塩分の水平勾配は外洋へ向かって水温は下がり、塩分は増す形となる。夏季に行われた漂流実験では、速吸瀬戸で放流された0m、10m層の漂流物はほとんどが南側の豊後水道で回収され、底層漂流物は全て伊予灘で回収されている。このことから、伊予灘では表層と下層で異なった水塊が成層していると考えられている。すなわち、低温、高塩分の外洋水は底層流として速吸瀬戸から流入し、高温、低塩分の沿岸水は表層を流れ速吸瀬戸より外洋へ流出している。

1976年冬季の調査報告によると伊予灘の表層水温は水深が深いためあまり降下せず、速吸瀬戸南部の外洋水との差は1℃低い程度である。塩分も河川流量が少ないため速吸瀬戸南部の外洋水との差は1‰低い程度である。透明度は調査海域である伊予灘南部は8m以上あり、清澄である。

図-31～図-33に冬季の水温、塩分、透明度を示す。

2) 気象

調査地域の気候は、温暖少雨の特徴を示す瀬戸内海性気候区に属している。表 - 6 の気象概要表は、調査地域内の長浜にある気象庁観測所(アメダス観測点)の1987年から1996年までの10年間の観測データ(気温・気温階級別日数、降水量・日降水量階級別日数・日照時間、平均風速・最大風速・最多風向)をとりまとめたものであり、図 - 34 は10年間の最高・最低・平均気温と降水量を示したものである。

これらによると、長浜は、年平均気温15.5℃、1日の最低気温が0℃以下になるのは年間6日程度と温暖な気候を示している。また、年間の降水量は10年間平均で1,506mmと少ないものの、1994年の921mm、1993年の2,157mmが示すように1,000mm以上の較差があり、安定していない。その要因としては梅雨期および台風によるところが大きい。降雨日数は10年平均で、1mm以上が111日、10mm以上が46日、30mm以上が13日となっている。年間の日照時間は1,614時間と全国的に見ても長時間とは言えないが、これは観測所が肱川河口の河畔に位置しているため、後述する「肱川あらし」の霧の影響を受けているためと考えられる。

風速は、10年平均の年平均風速で3.6m/s、10年平均の各月の風速で2.9m/s～4.4m/sとなっており、季節的には冬季がやや強い程度である。風向は、1987～1996年の10年間平均において、年間を通してSSEの風が多く108回(年平均10.8回)記録されているのに対し、冬季の季節風であるNWまたはNからの風は12回(年平均1.2回)記録されているのみである。また、年間を通しての最多風向がSSEのみを記録している年も4年(1989,1993,1994,1995年)みられる。この風況は約40km東に位置する松山と比較しても、風速において平均1.6m/s強く、風向においても松山では冬季に西北西の季節風がはっきり認められることから、局地的な陸風に支配されていることがわかる。長浜は風が強く、風向が年間を通してほぼ一定であるという特異な風況を示していると言える。

この長浜における特異な風況を象徴するものに「肱川あらし」がある。「肱川あらし」は穏やかな晴れた日の日没後1～2時間経過した午後7時～8時頃から始まり、肱川の河口から約6km内陸へ入った白滝付近から河口へ向かって吹く冷たい南よりの強い風で、翌日の午前10時～11時頃まで吹き続ける。風速は河口付近で最強となり瞬間風速が20m/sに達し、往々にして霧を伴うことがある。大洲盆地と伊予灘の夜間の温度差により生じる陸風の一つである。その出現は10月から翌年3月頃まで年間160日におよび、秋に最も多く出現する。霧を伴う肱川あらしは海上12km先の青島あたりまで吹き出すこともある。航海において長浜港の位置を知る手懸かりとなっている。

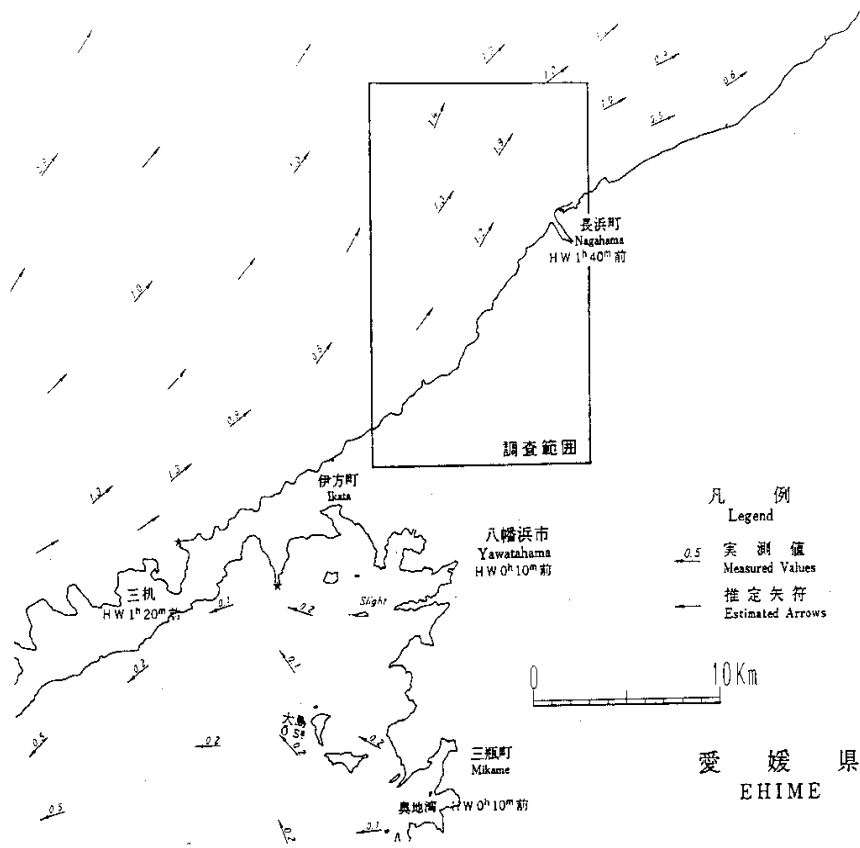


図 - 28 上げ潮最強時の潮流

海図第 6235 号 豊後水道付近潮流図による

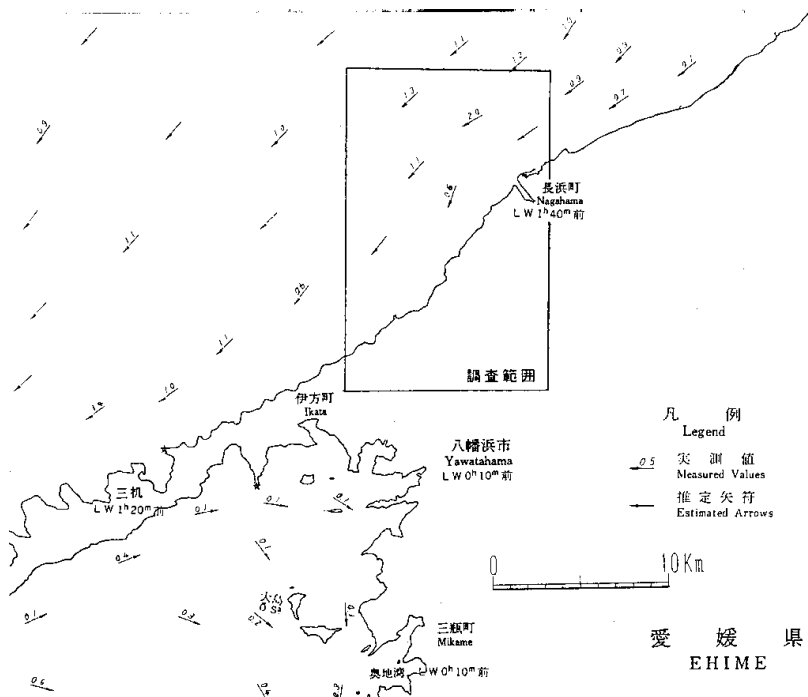


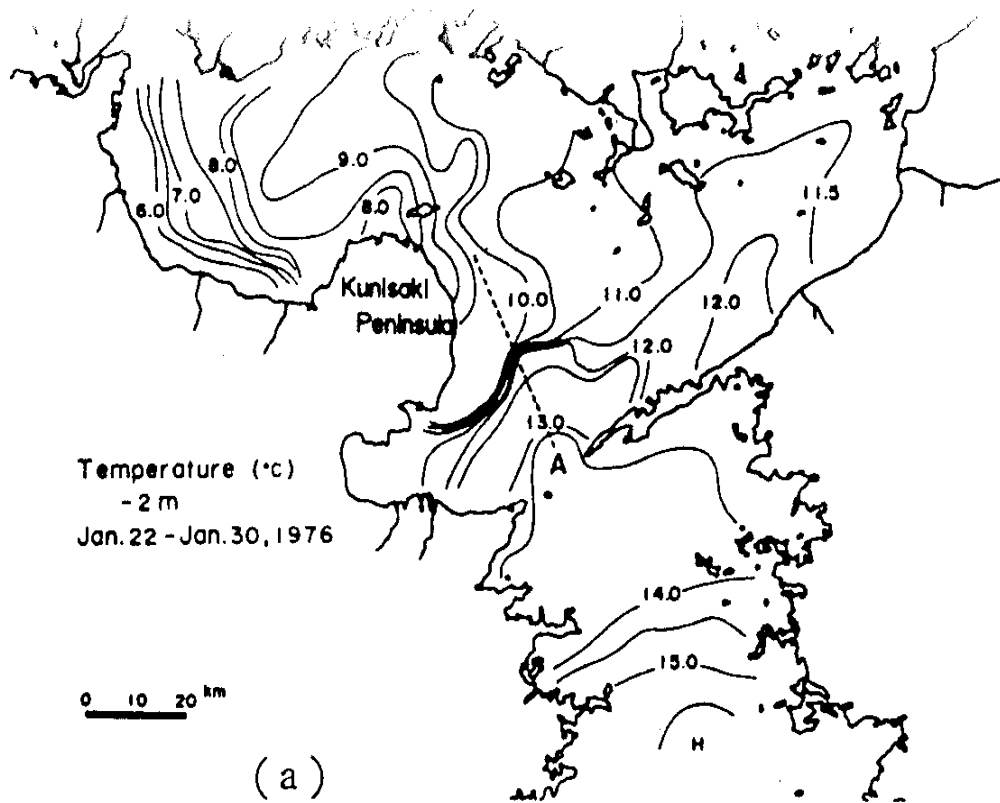
図 - 29 下げ潮最強時の潮流

海図第 6235 号 豊後水道付近潮流図による



図 - 30 表層の恒流模式図

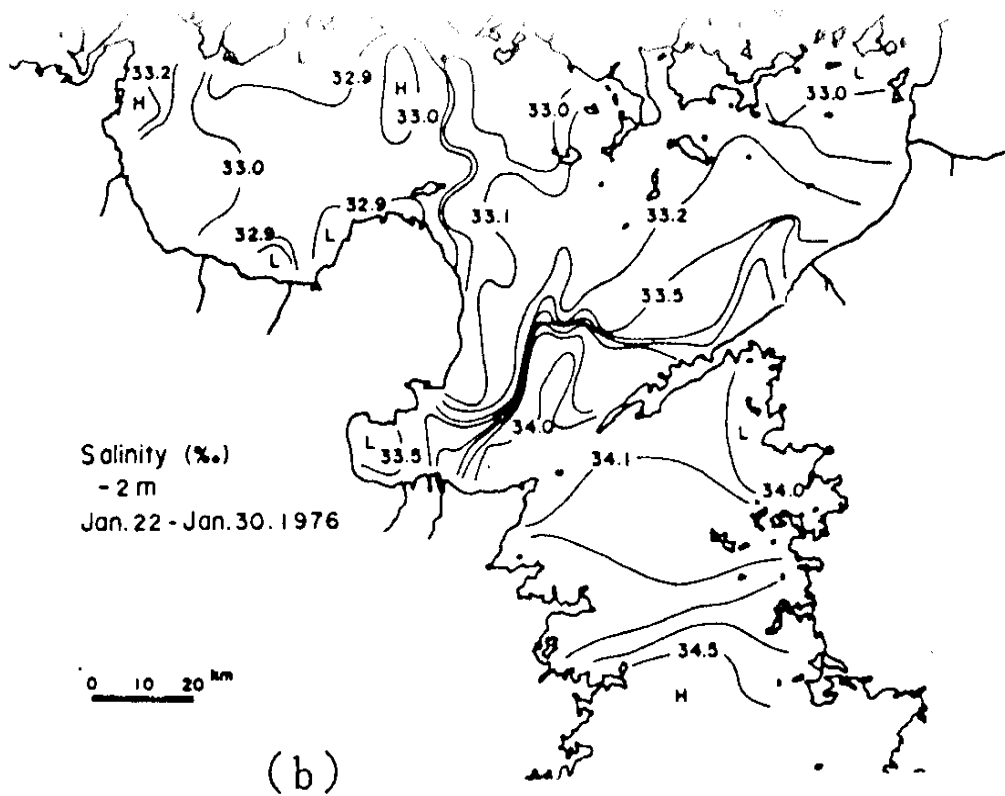
日本全国沿岸海洋誌による



(a)

図 - 31 冬季表層の水温

日本全国沿岸海洋誌による



(b)

図 - 32 冬季表層の塩分

日本全国沿岸海洋誌による

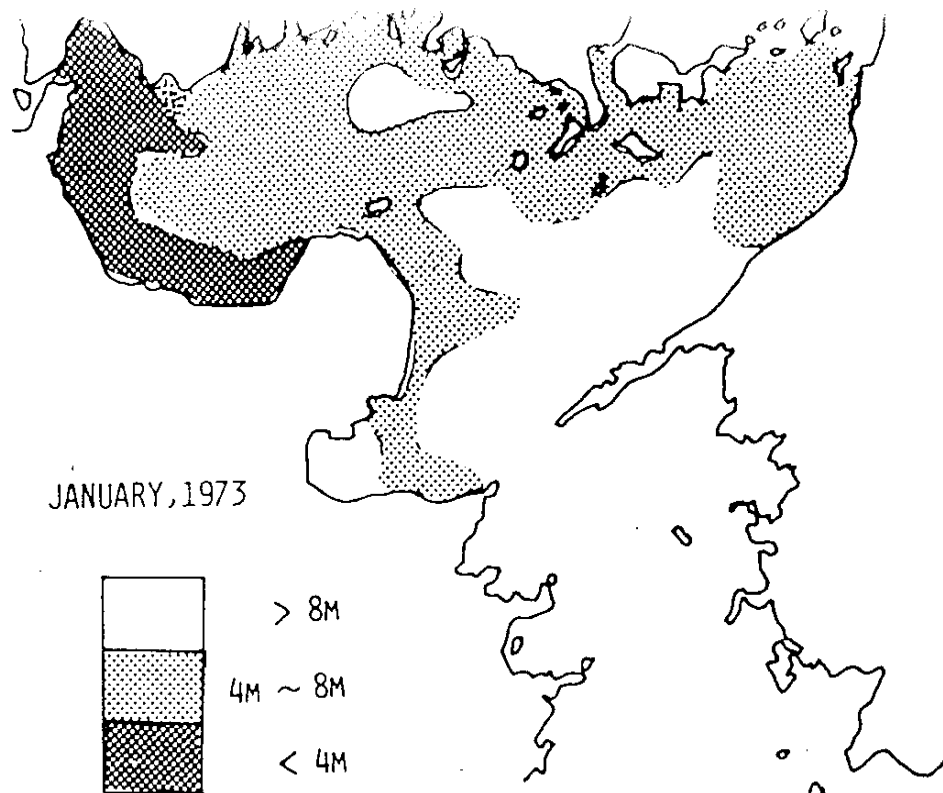


図 - 33 1973年1月の透明度水平分布 (環境庁瀬戸内海汚濁総合調査結果より)

日本全国沿岸海洋誌による

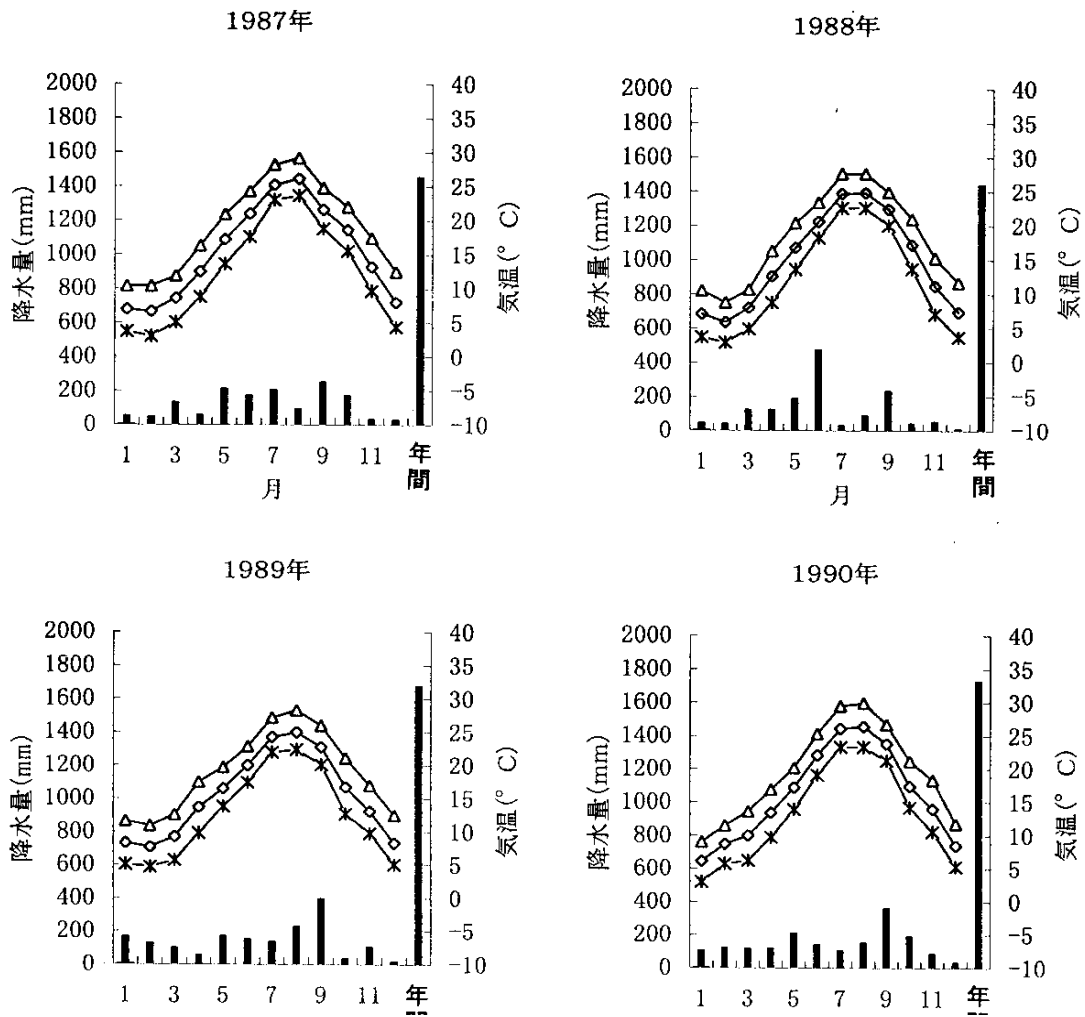


図 - 34 調査地域の気候 (その1)

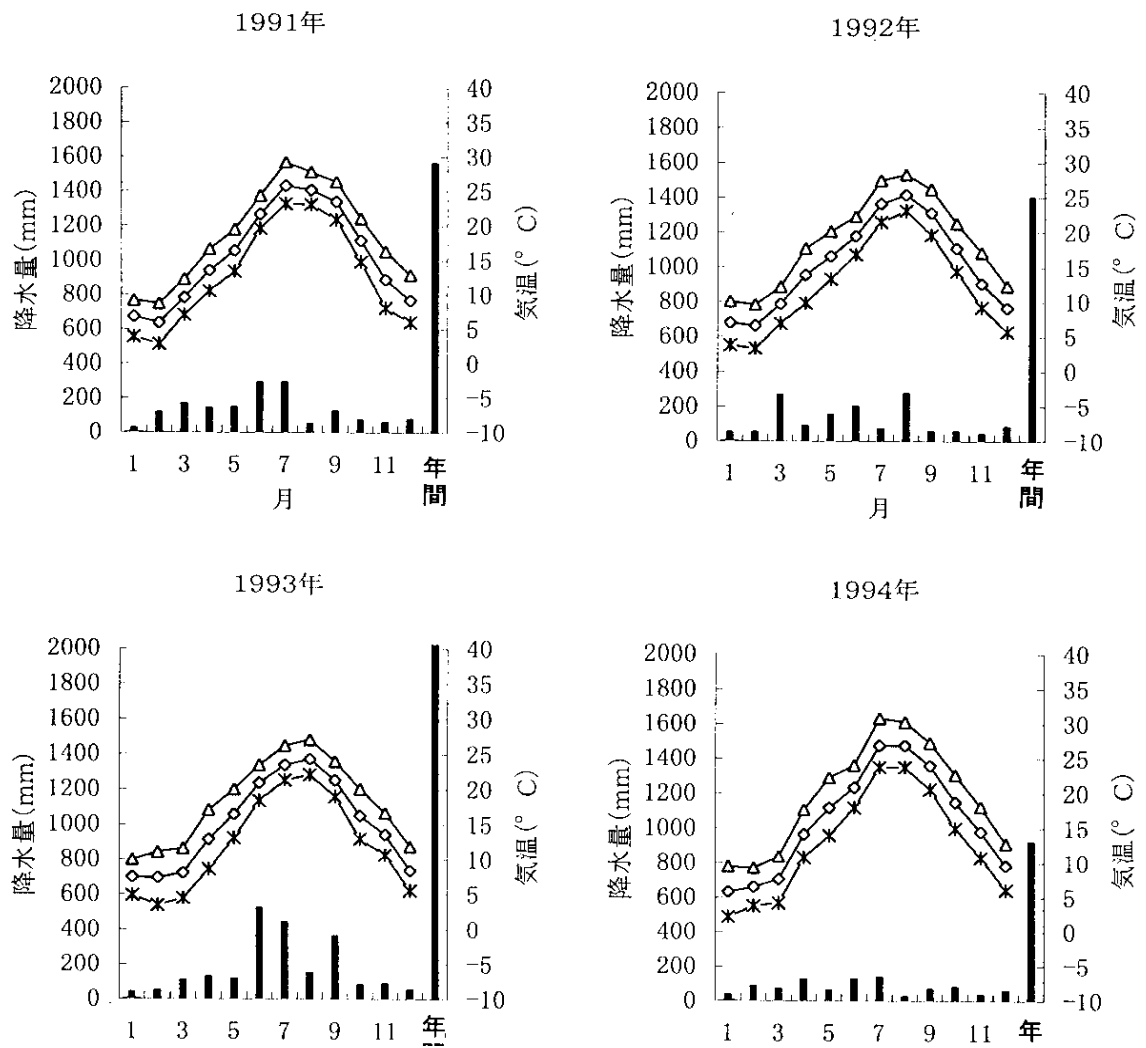


図 - 34 調査地域の気候 (その2)

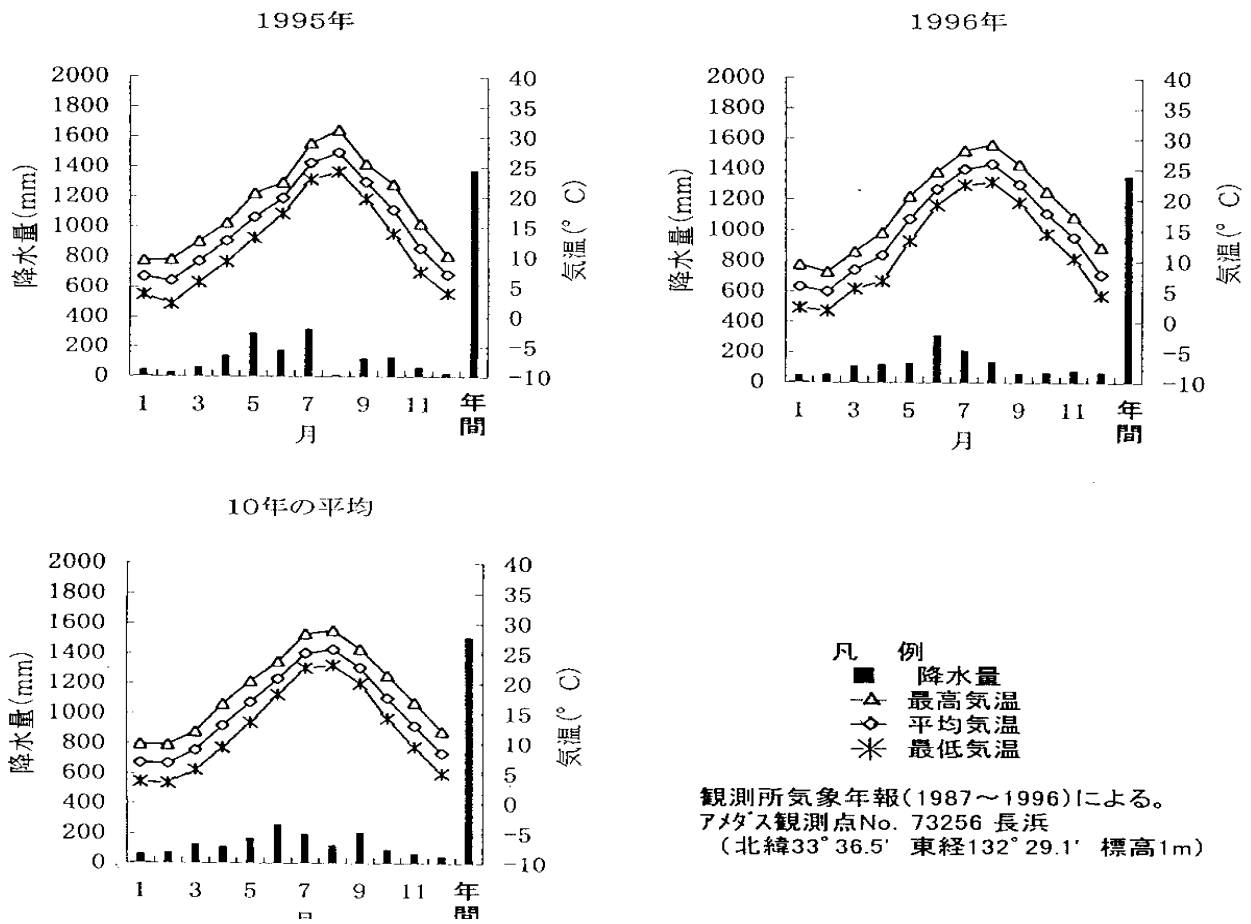


図 - 34 調査地域の気候 (その3)

利用保全上の問題点

本調査で作成した1:25,000沿岸海域地形図・沿岸海域土地条件図は、前述のように、海洋空間の利用、海底資源の開発、沿岸漁業振興を初めとする各種の沿岸海域の開発利用、管理、保全、防災などの諸計画の基礎資料として利用されることを目的として作成されたものである。

本調査地域の陸域には三波川変成岩類からなる基盤岩が、山地または肱川・大和川・櫛生川等の河川沿いの低地地下にみられ、構造物の十分な基礎となる。しかし、三波川変成岩類は、地すべりを起こしやすい地質であるため、斜面の切土等をとまなう工事に対しては、適切な調査対策が望まれる。一方、海域の三波川変成岩類（R層）は、海岸付近では露岩するものの、沖合1km付近ではその上面深度は80m以上となる。また、海域に広く分布し、防波堤等の支持層として期待できる洪積層（D層）や第三紀層（T層）については、その分布深度はD層で30～60m、T層で40～50m以深と深い。和泉層群相当層（C層）は強度的には支持地盤としては十分と考えられるが、その分布は中央海底谷の北西側に限られ、その上面深度も40～60mと深い。いずれにしても、本調査では、土木的に重要な力学特性の検討や評価は行っておらず、構造物の計画・設計にあたってはより詳細な調査・検討が必要である。

本調査海域では中央部の顕著な海底谷の周辺に多数の断層が認められ、その一部は海底面および沖積層にまで変位を与えている活断層である。これらは中央構造線活断層系と考えられる。本調査では断層の活動性や活動履歴の調査、検討は行っていないが、現在、地質調査所など他機関により、伊予灘の中央構造線活断層系の調査研究がなされている。地震予知、防災上の観点から、十分な留意が必要である。

愛媛県を含む四国地方は、山砂の資源に乏しく、建設用細骨材はそのほとんどを海砂に頼らざるを得ない状態である。このため、将来的に見ても海砂の採取、利用が継続していくものと考えられる。本調査海域の長浜港前面海域においても建設用骨材として海砂採取が行われており、その痕跡が音響測深記録や音波探査記録で確認されている。採取の対象となっているのは肱川河口の現在堆積を続けている沖積層であり、音波探査の結果から採取箇所の底部の一部は下位層の洪積層にまで達していると考えられる。また、採取されている海砂は、周辺部の底質採取の結果から、細粒の砂に細礫や貝殻片が混入しており、泥質分は比較的少ないものと考えられる。このため、調査地域の海砂は細骨材として有望と見られるが、貝殻片が多く混入していることから、コンクリートの強度低下などに対する対策を十分検討する必要がある。肱川河口付近の海砂は主として肱川を供給源として考えられるが、採取量が供給量を上回ることになれば、周辺の海岸侵食や沿岸部の環境に変化をもたらすことが想定される。海砂採取にあたっては、供給源や供給量および運搬や堆積に係わる自然の営力などについて検討を行い、採取により自然環境の破壊を引き起こすことのないよう十分な配慮が必要である。

なお、調査地域の沿岸部の一部には佐田岬半島・宇和海県立自然公園が設定されており、比較的豊かな自然が多く残されている地域でもあるため、開発や構造物等の計画にあたっては、自然環境の保全に十分留意した計画立案が求められる。

漁業については、一本釣り、はえなわ、刺し網、小型底曳き等の5t未満の漁船を使つての複合経営が主体となっており、漁業従事者の高齢化が目立っている。しかし、現在、

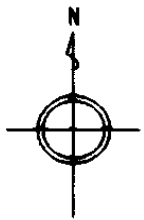
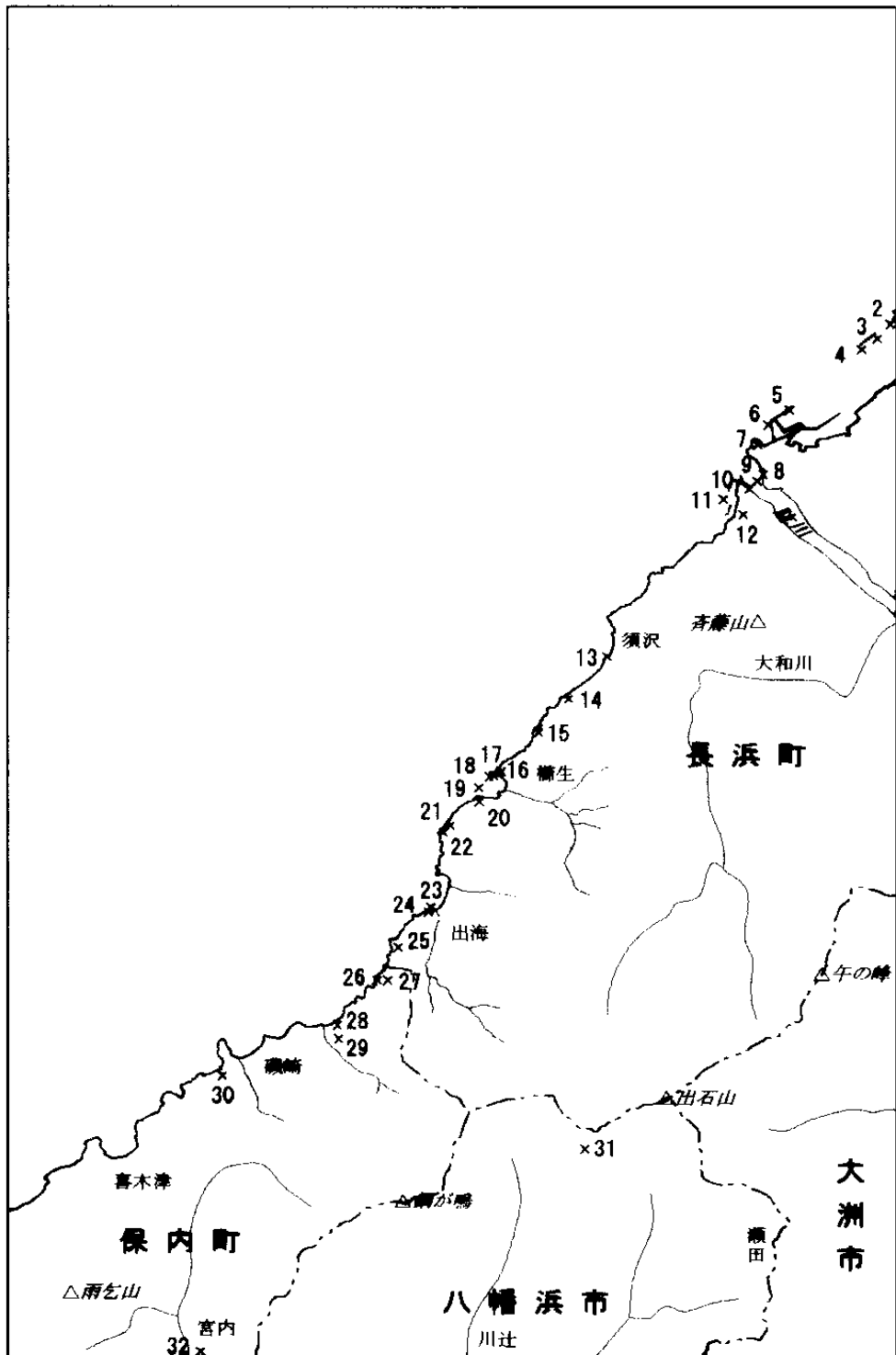
将来に向けて、施設の整備とともに、魚礁、築いそ事業などの漁場整備が計画的に推進されている。また、マダイ、ヒラメ、アジ、クルマエビ、アワビなどの高級魚介類の中間育成や放流事業なども行われ採取型の漁業から育成型の漁業へと転換されつつある。幸いなことに、本調査海域は比較的潮流の速い海域であり、養殖漁業にともない発生する養殖魚の残餌や糞等による海域の富栄養化などの問題は生じにくいと考えられる。しかし、自然の浄化作用には限りがあり、汚染が始まると急速に激化、広域化する。伊予灘も開放型の海域と考えるより、湾等の閉鎖型の海域に近いこともあり、漁業振興の観点から、広範囲な海域での調査を定期的に行い、海域の浄化能力等を把握することが望まれる。

参考文献

- 愛媛県(1971) 『土地分類基本調査(伊予長浜)』
愛媛県(1971) 『土地分類基本調査(大洲)』
愛媛県地質図編集委員会(1991) 『愛媛県地質図 1:200,000、同説明書』,株式会社トモエヤ商事.
愛媛新聞社編(1985) 『愛媛県百科大辞典,上下巻』,愛媛新聞社.
緒方正彦(1975) 佐田岬半島北岸海域の地質構造 - 音波探査による海底地質の考察 -, 電力中央研究所報告, 研究報告 375006, p1-35.
小川光明・岡村真・島崎邦彦・中田高・千田昇・中村俊夫・宮武隆・前埜英明・堤浩之(1992) 『伊予灘北東部における中央構造線海底活断層の完新世活動』,地質学論集,第40号,p75-97
海上保安庁水路部(1986) 『海図第164号,松山港至長浜港』
海上保安庁水路部(1986) 『海図第1102号,伊予灘及付近』
海上保安庁水路部(1986) 『海図第1108号,安芸灘及広島』
海上保安庁水路部(1996) 『海図第6235号,豊後水道付近潮流図』
海上保安庁水路部(1999) 『書誌第781号,平成12年潮汐表』
鹿島愛彦編著(1997) 『日曜の地学17 愛媛の自然をたずねて改訂版』,築地出版.
活断層研究会編(1991) 『新編 日本の活断層 - 分布図と資料 - 』,東京大学出版会,p324-327.
角川日本地名大辞典編纂委員会編(1981) 『角川日本地名大辞典38 愛媛県』,角川書店.
気象庁(1987-1996) 『観測所気象年報 - 全国観測所気象表 - 』
建設省国土地理院(1992) 『1:25,000 沿岸海域土地条件図「郡中」』
建設省国土地理院(1992) 『1:25,000 沿岸海域土地条件図「串」』
建設省国土地理院(1993) 『沿岸海域基礎調査報告書(郡中地区)』
須鎗和己・阿子島功(1973) 四国島の中央構造線の新期の活動様式,杉山隆二編:『中央構造線』,p179-189,東海大学出版会.
諏訪兼位(1973) 中央構造線に沿う変成岩類 領家及び三波川変成帯,杉山隆二編:『中央構造線』,p221-238,東海大学出版会.
高橋治郎(1992) 愛媛県域の中央構造線の活動史,地質学論集,第40号,p99-112
永井浩三(1973) 愛媛県の中央構造線,杉山隆二編:『中央構造線』,p197-207,東海大学出版会.
日本海洋学会沿岸海洋研究部会編(1985) 『日本全国沿岸海洋誌』第15章 瀬戸内海,p607-624,第17章 瀬戸内海,p.709-714.東海大学出版会
日本の地質『四国地方』編集委員会(1991) 『日本の地質8 四国地方』,共立出版株式会社.
橋本光男著(1987) 『日本の変成岩』,岩波書店.
八島邦夫(1992) 『沿岸の海の基本図試料等からみた瀬戸内海の家釜地形』,水路部研究報告,28号,p139-230.

巻末付図

ボーリング位置図
ボーリング柱状図
音波探査記録例位置図
音波探査記録例

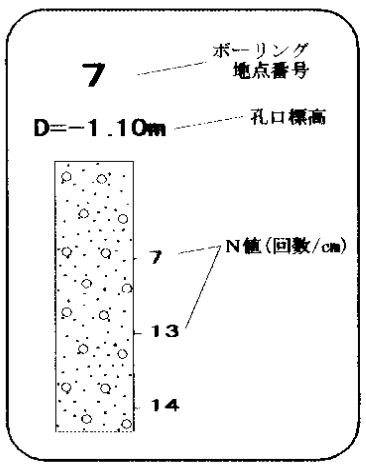


× ボーリング位置
 29 ボーリング番号

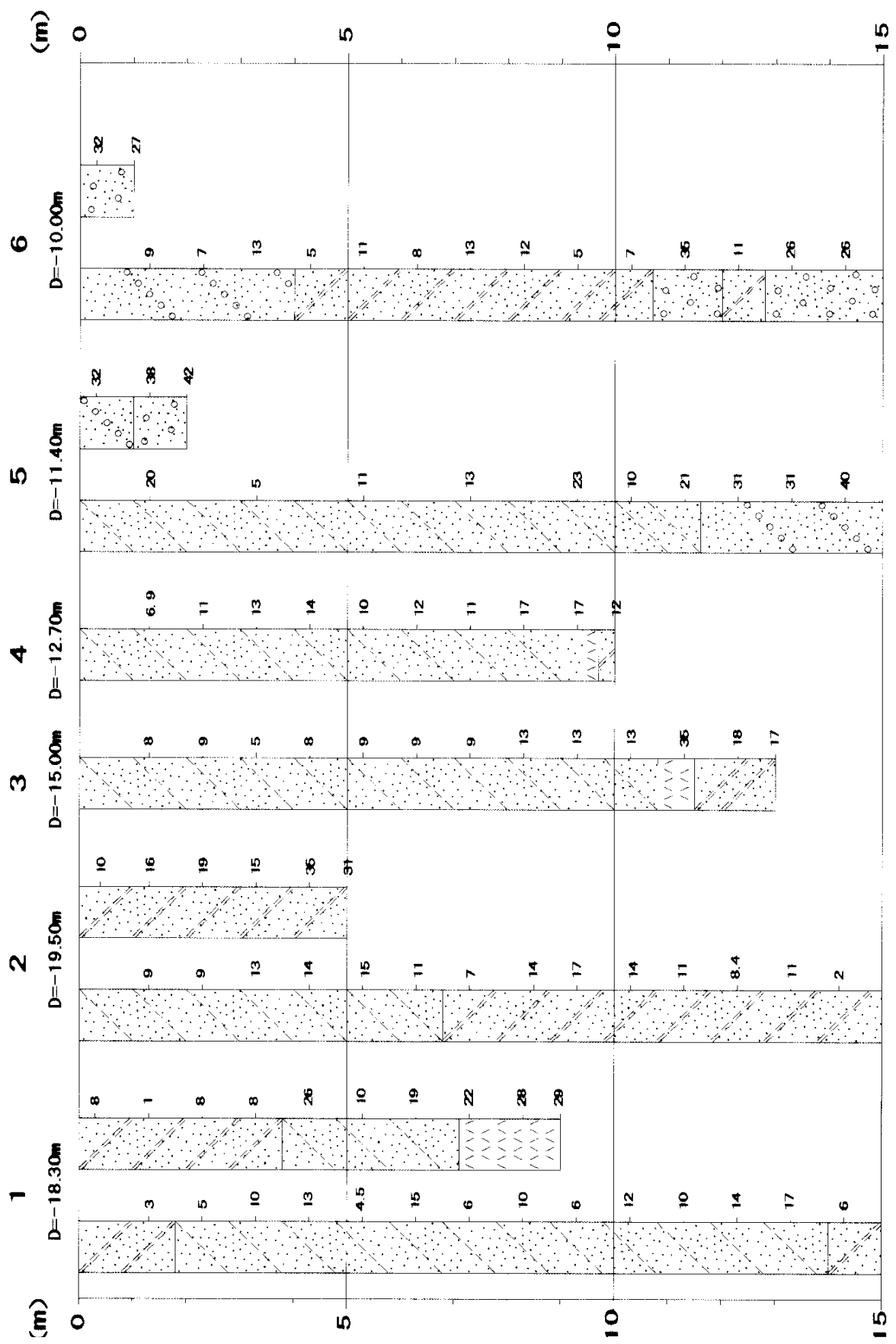


ボーリング位置図

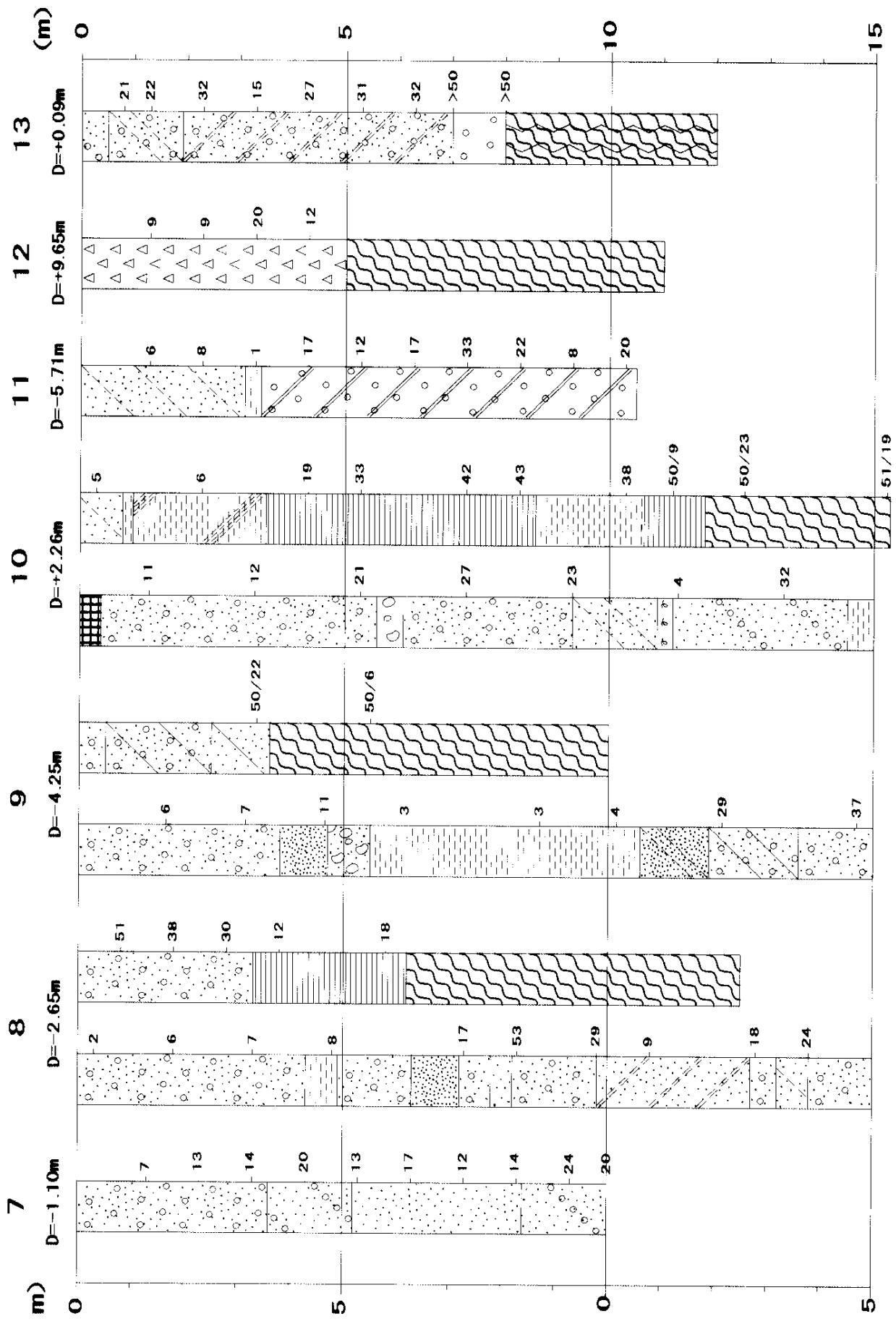
砂		砂質		砂混じり	
シルト		シルト質		シルト混じり	
粘土		粘土質		粘土混じり	
礫		砂礫		礫混じり	
崩積土		火山灰		腐植物	
玉石		捨石		表土・盛土	
緑色片岩		黒色片岩		石英片岩	
風化		強風化			



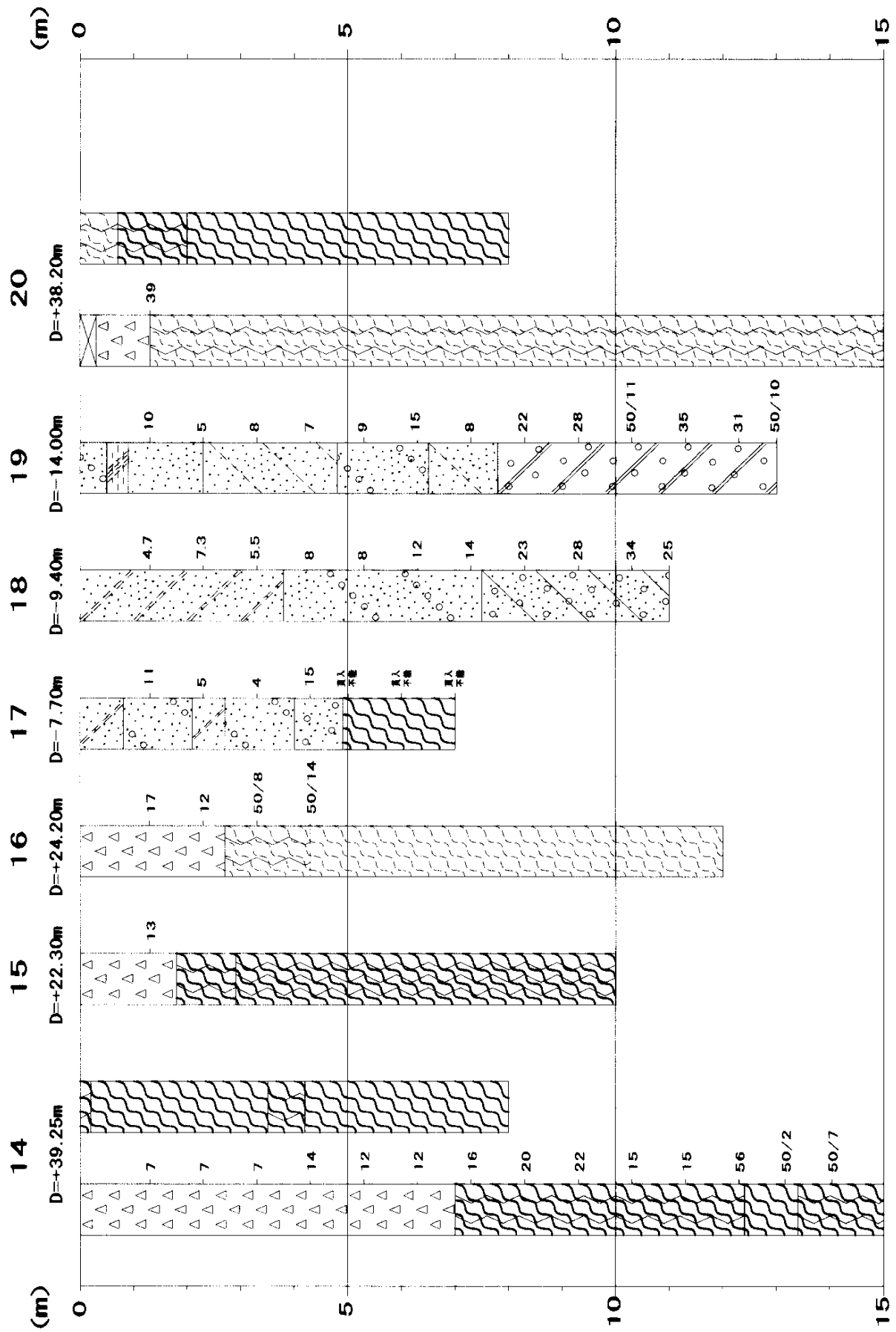
ボーリング柱状図凡例



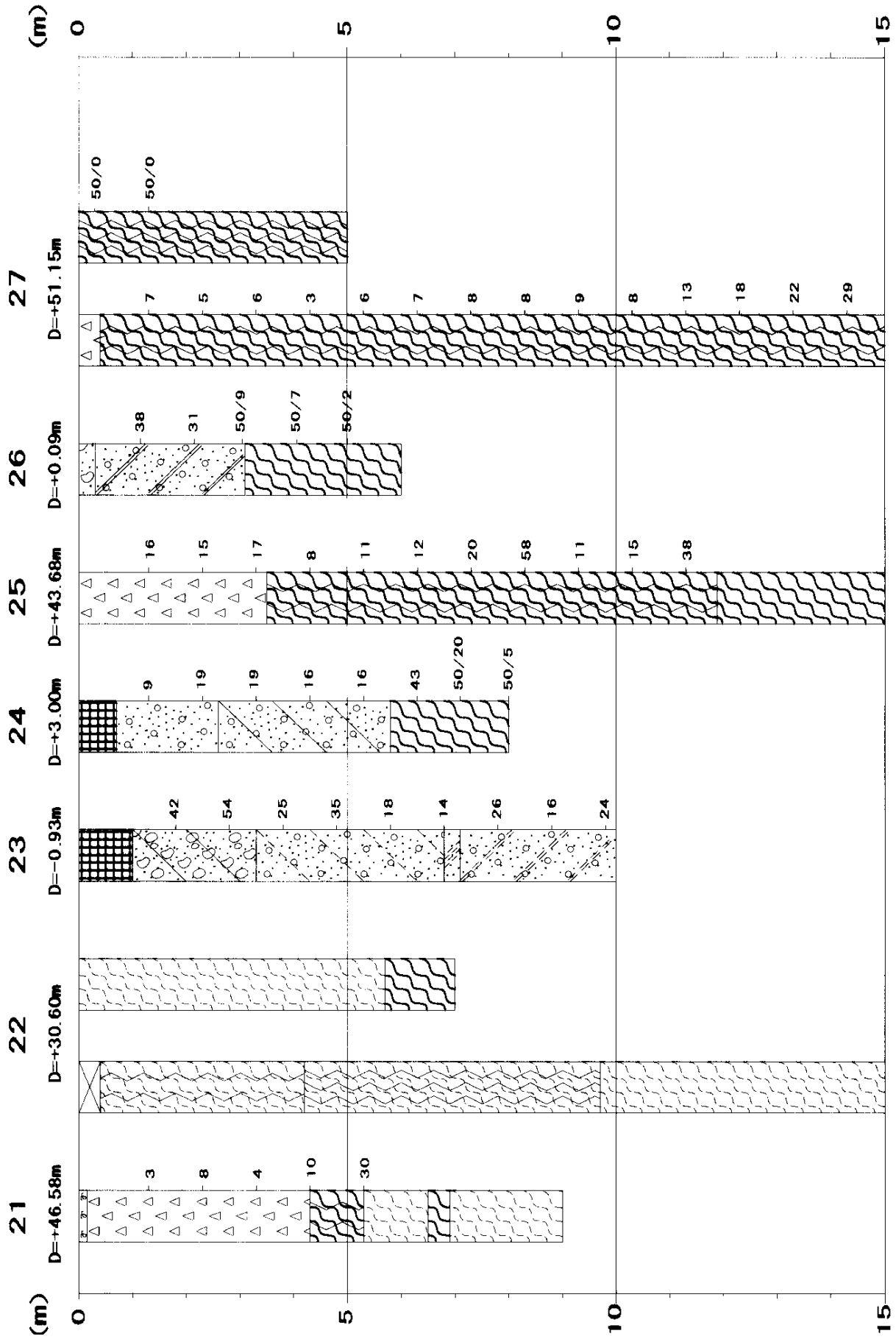
ボーリング柱状図 (その1)



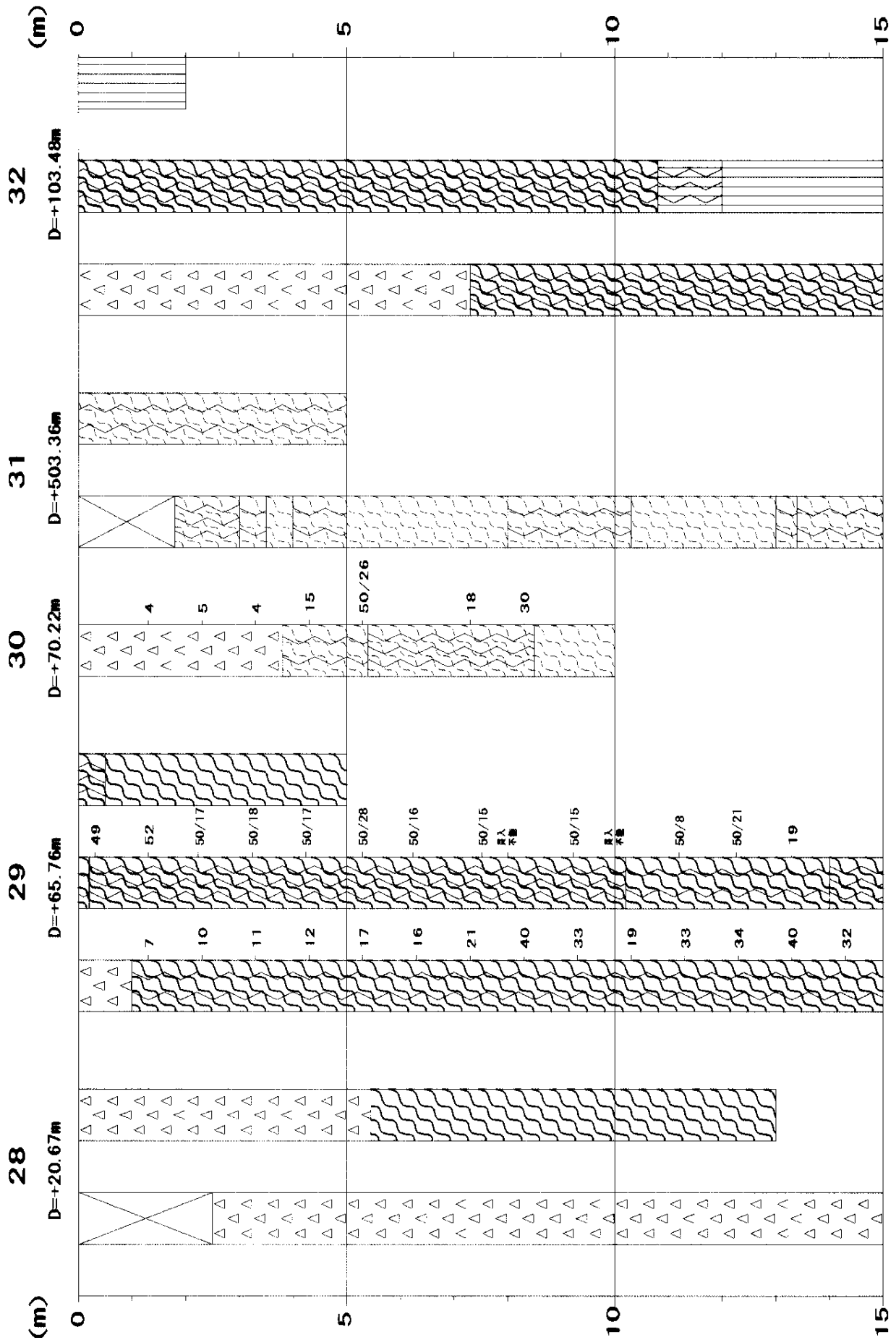
ボーリング柱状図 (その2)



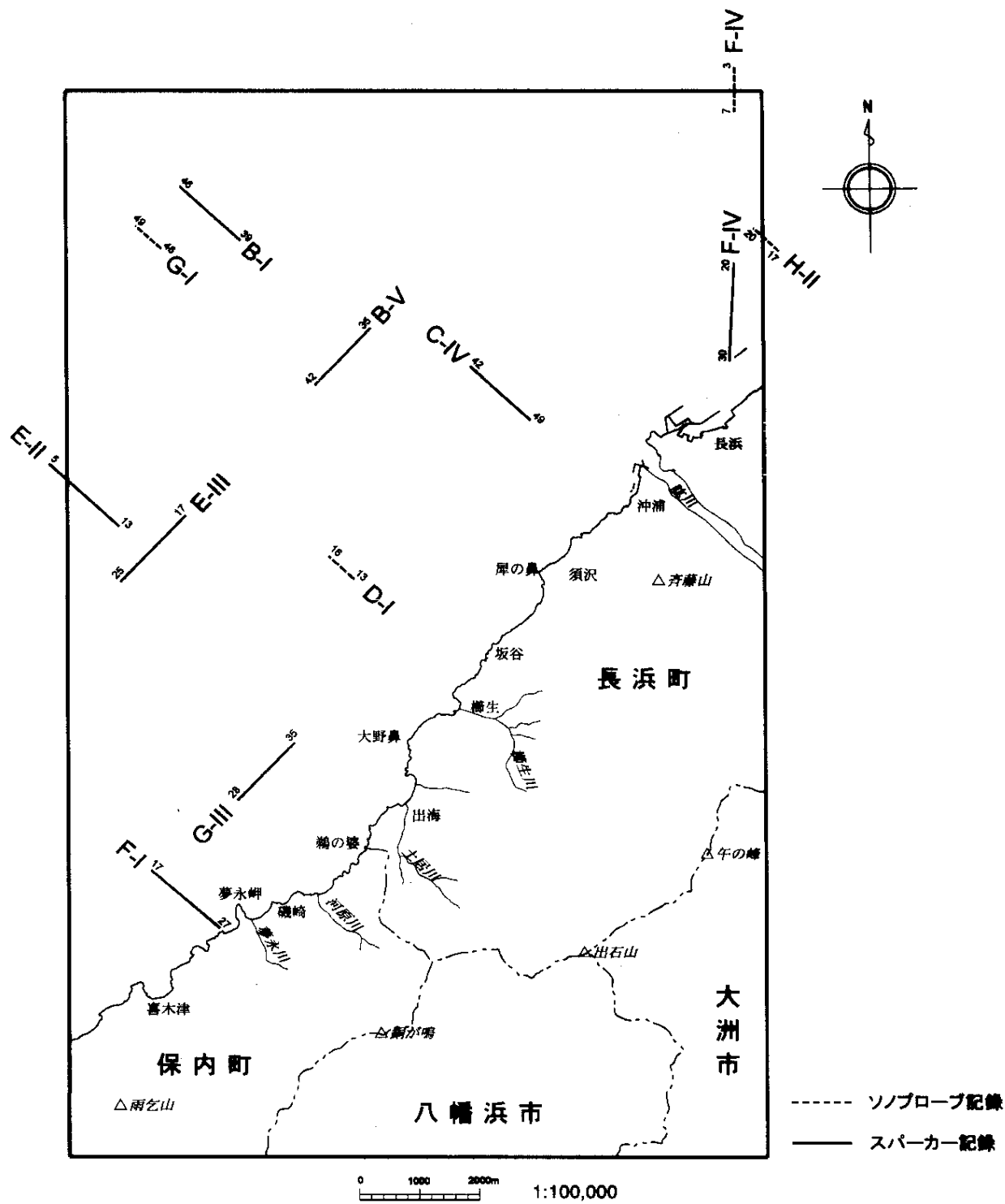
ボーリング柱状図 (その3)



ボーリング柱状図 (その4)

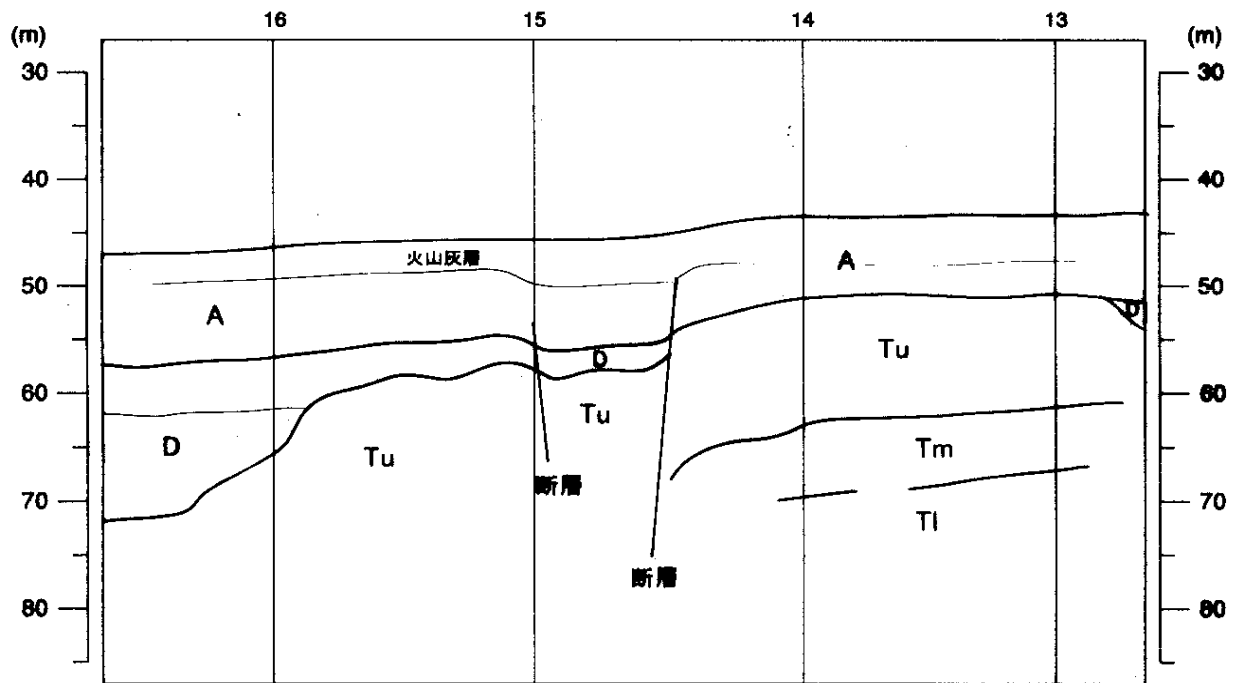
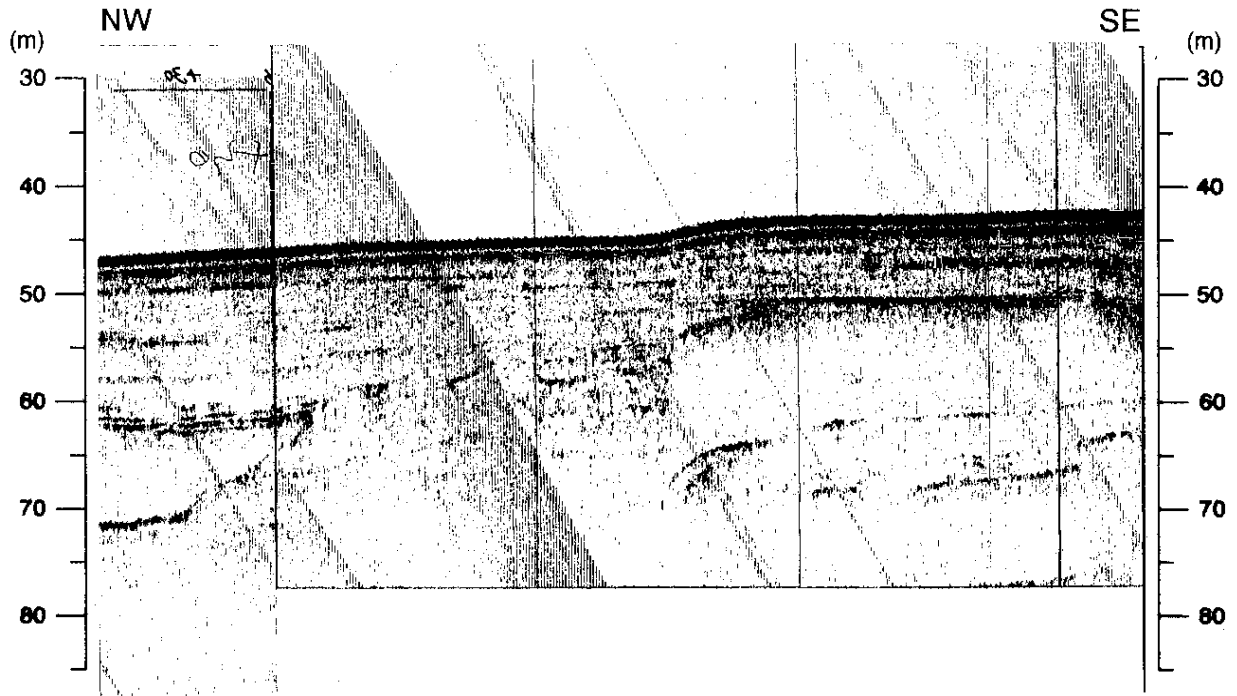


ボーリング柱状図 (その5)



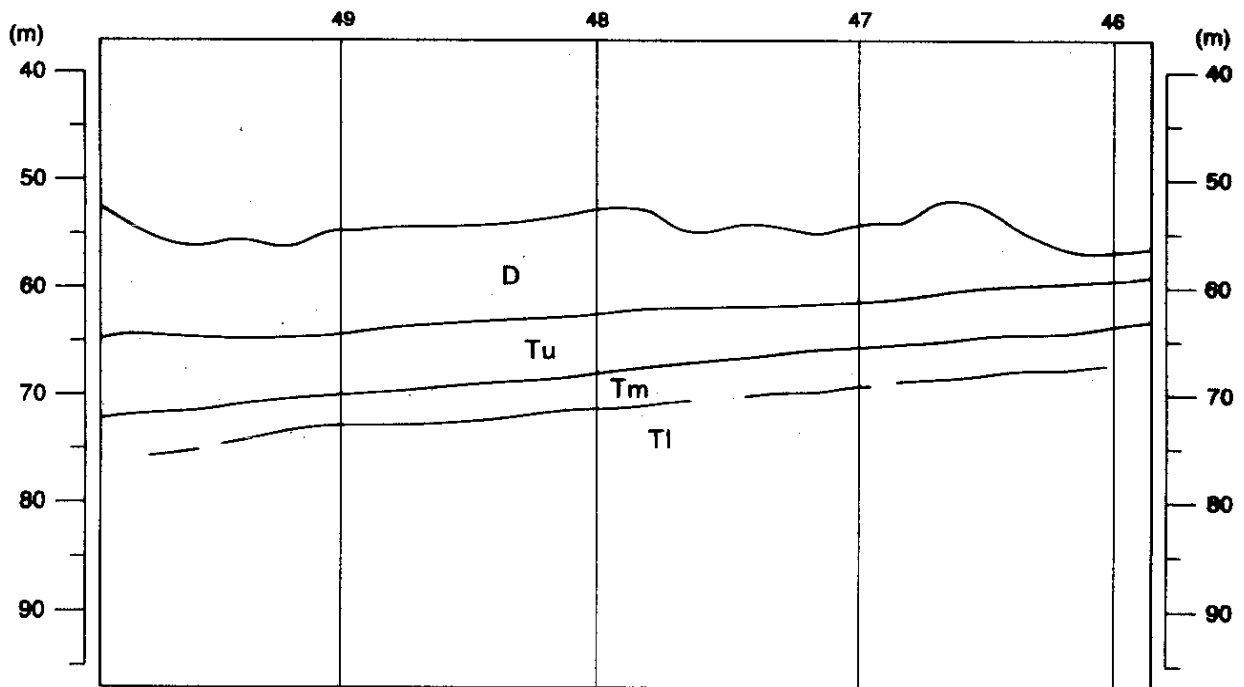
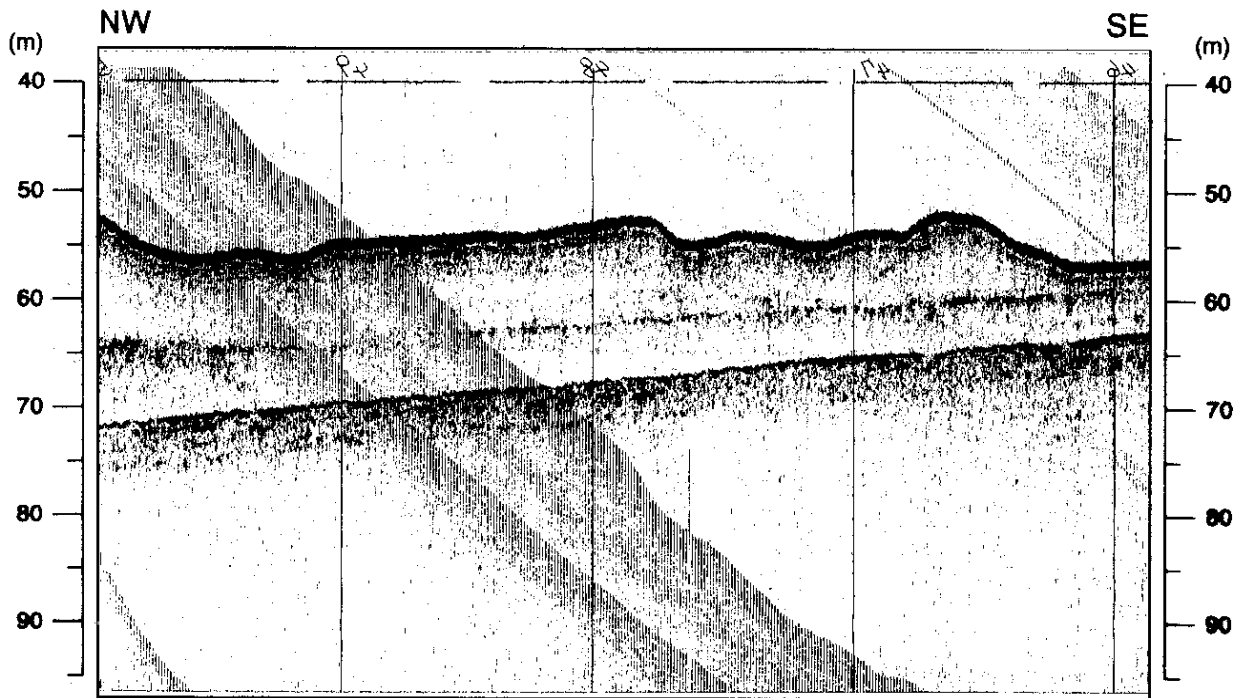
音波探査記録位置図

D-I



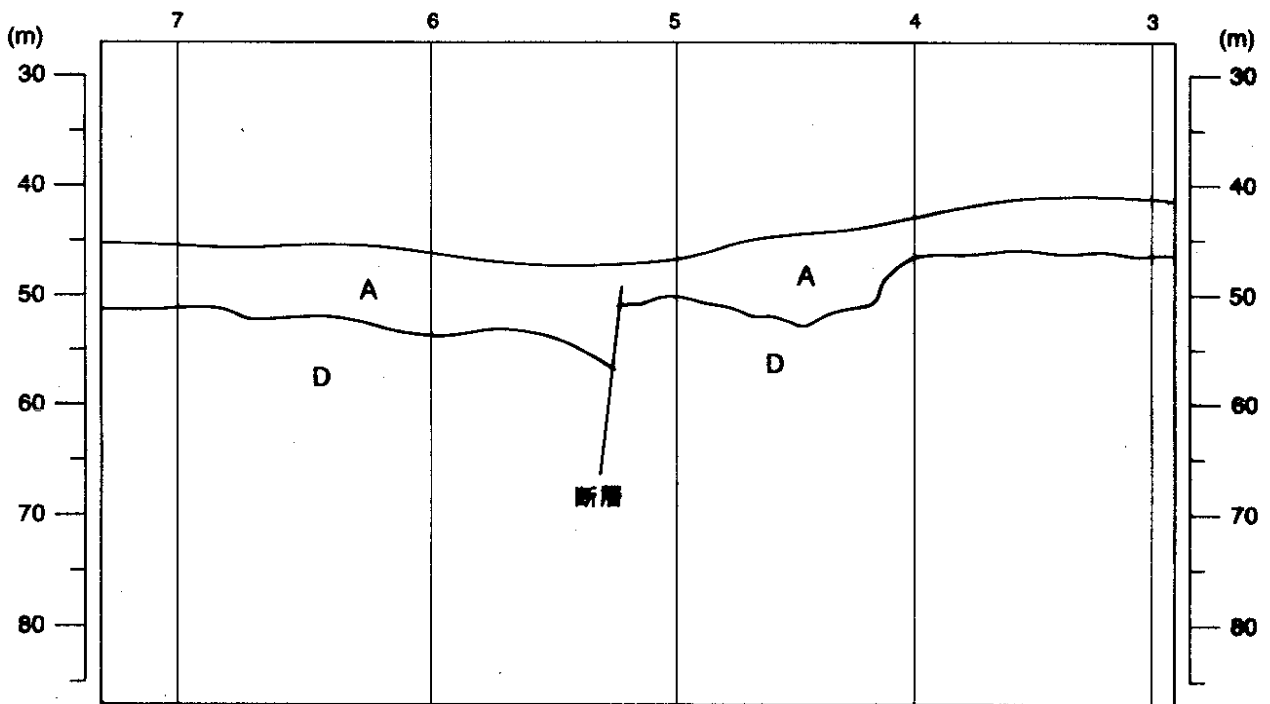
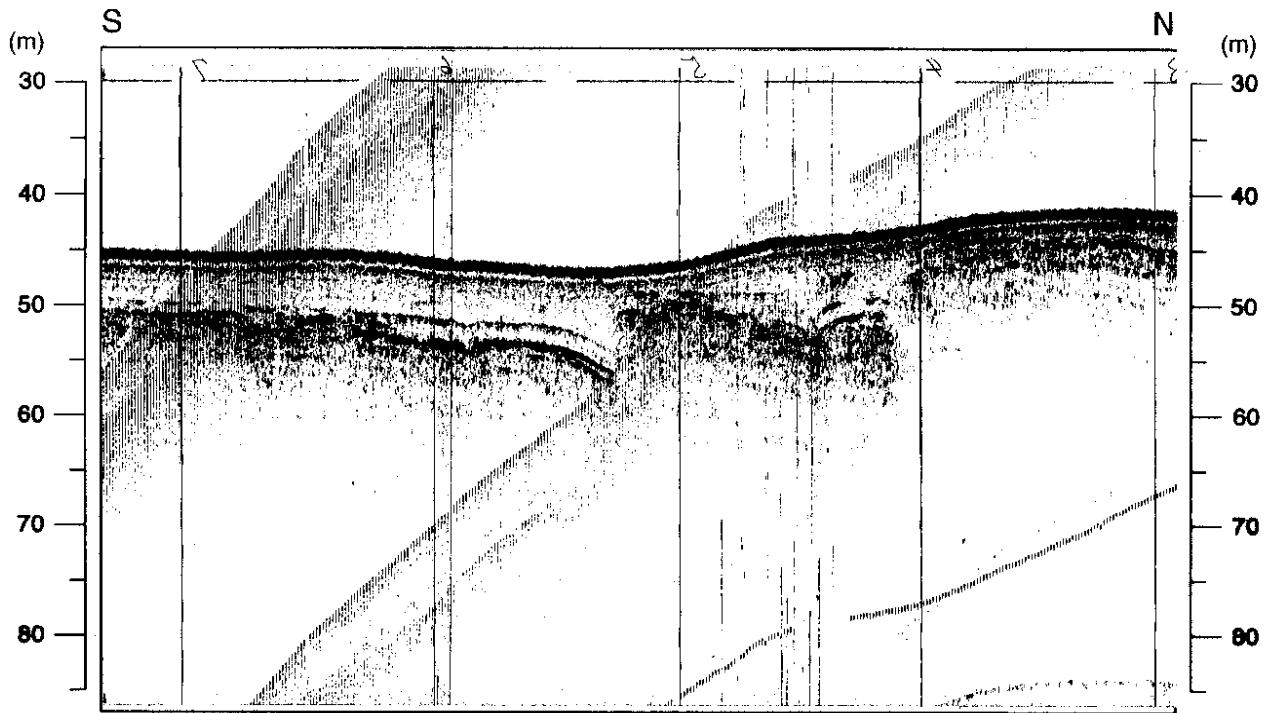
D-I測線のソノプロープ記録。櫛生北西沖合約3kmの海域である。沖積層(A層)内に変位を与えている2条の断層が確認できる。南東側の断層は海底面にも約1.5mの変位を与えており、半地溝状の地形を示している。沖積層内には火山灰層の互層が認められる。

G-I



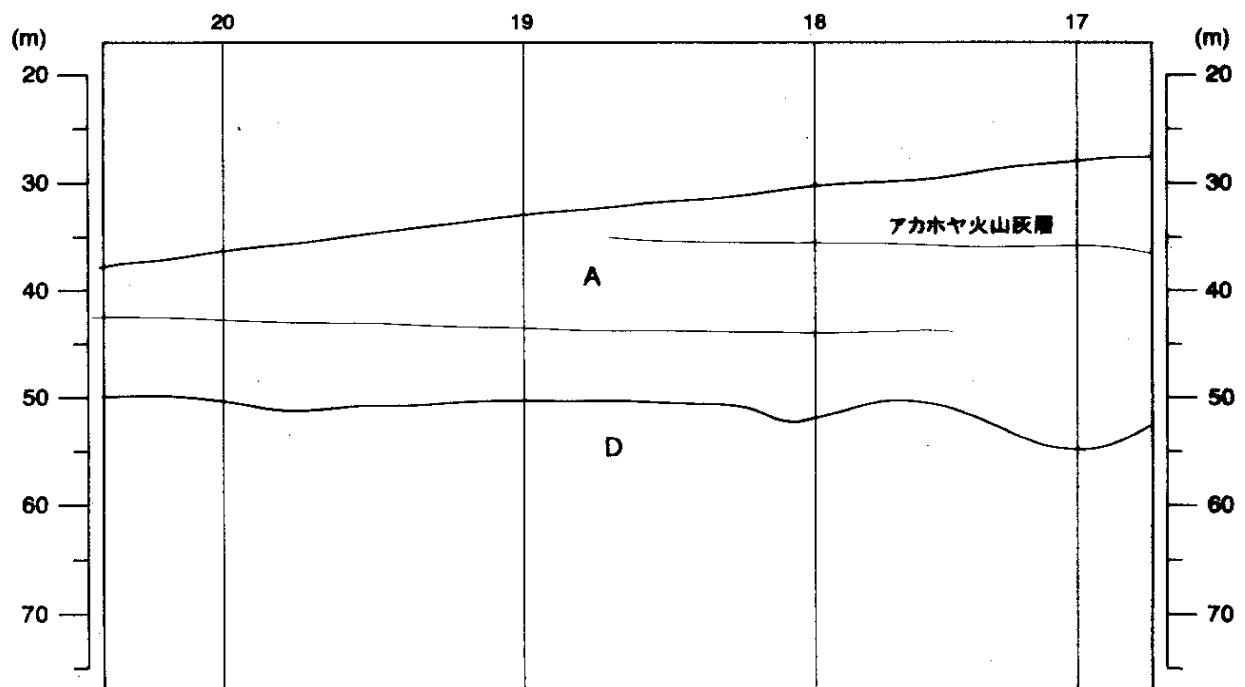
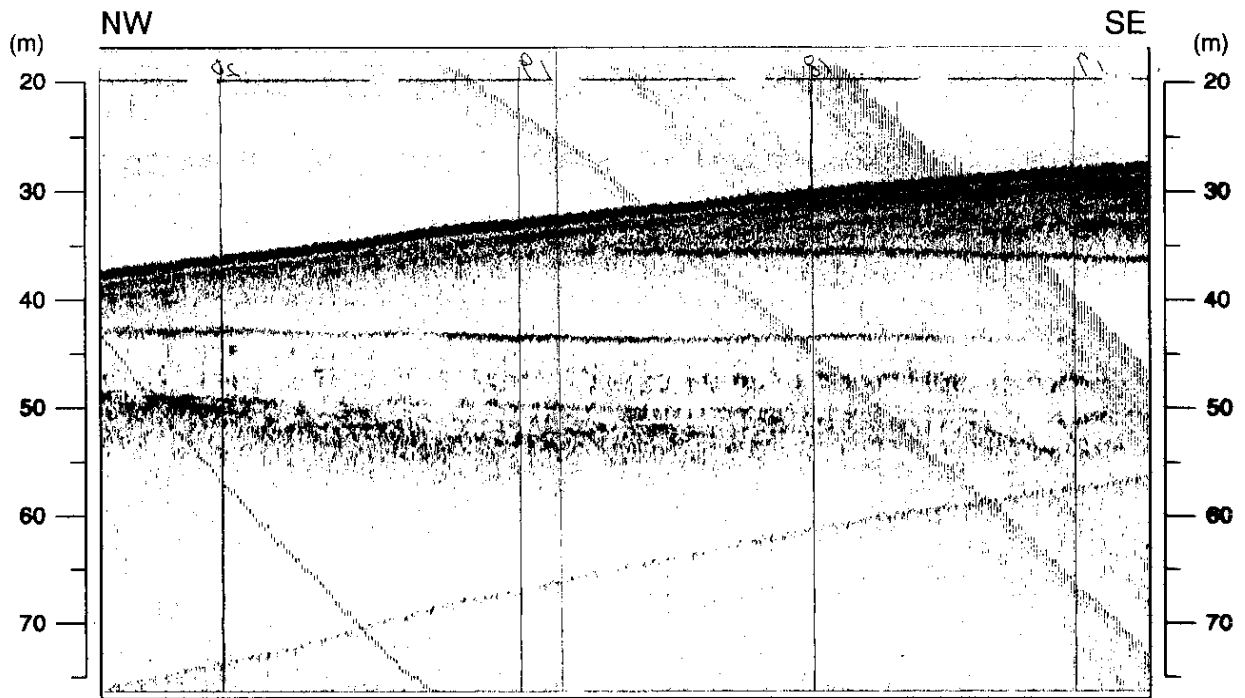
G-I測線のソノブローブ記録。犀の鼻北西沖合約8kmの海域で、海底には起伏をもってD層が露出している。D層内部は白く抜けてみえ、下位層上面の反射面も明瞭に確認できることから、細粒な堆積物から構成されていると考えられる。またT_m層上面の反射面が明瞭である。

F-IV

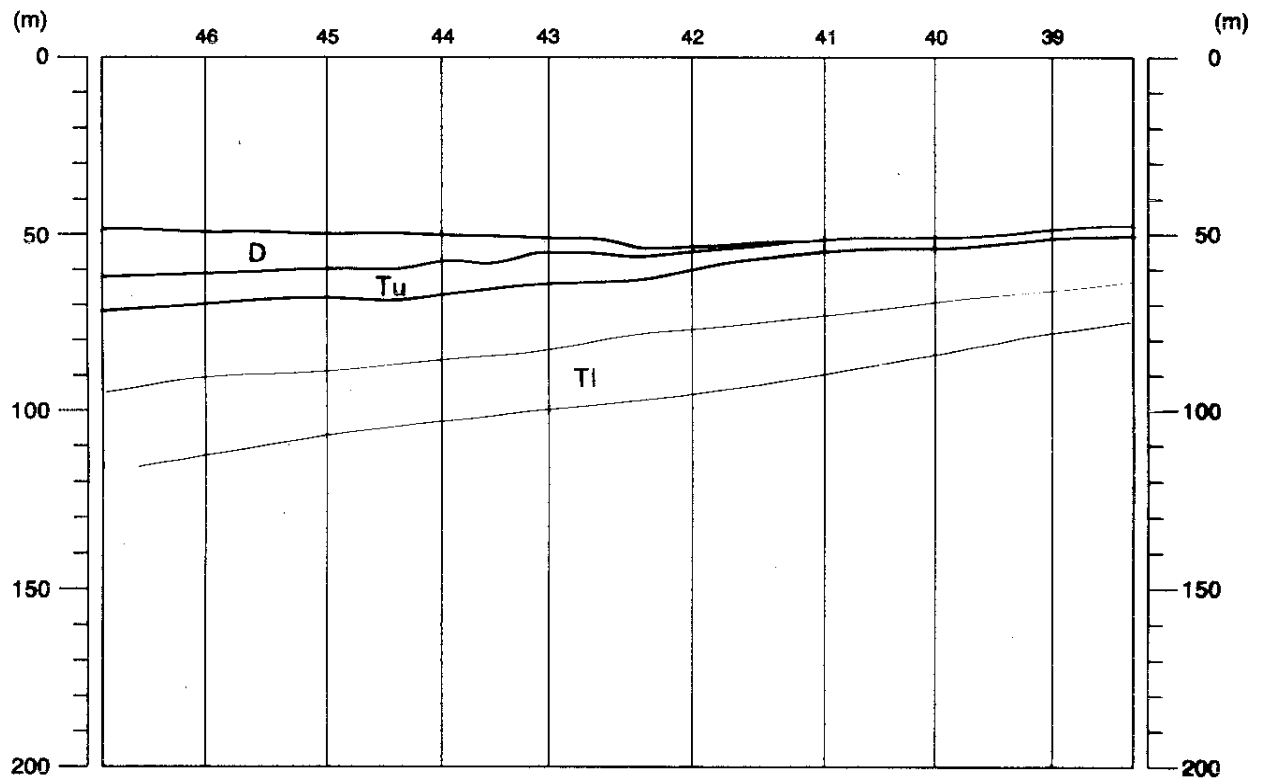
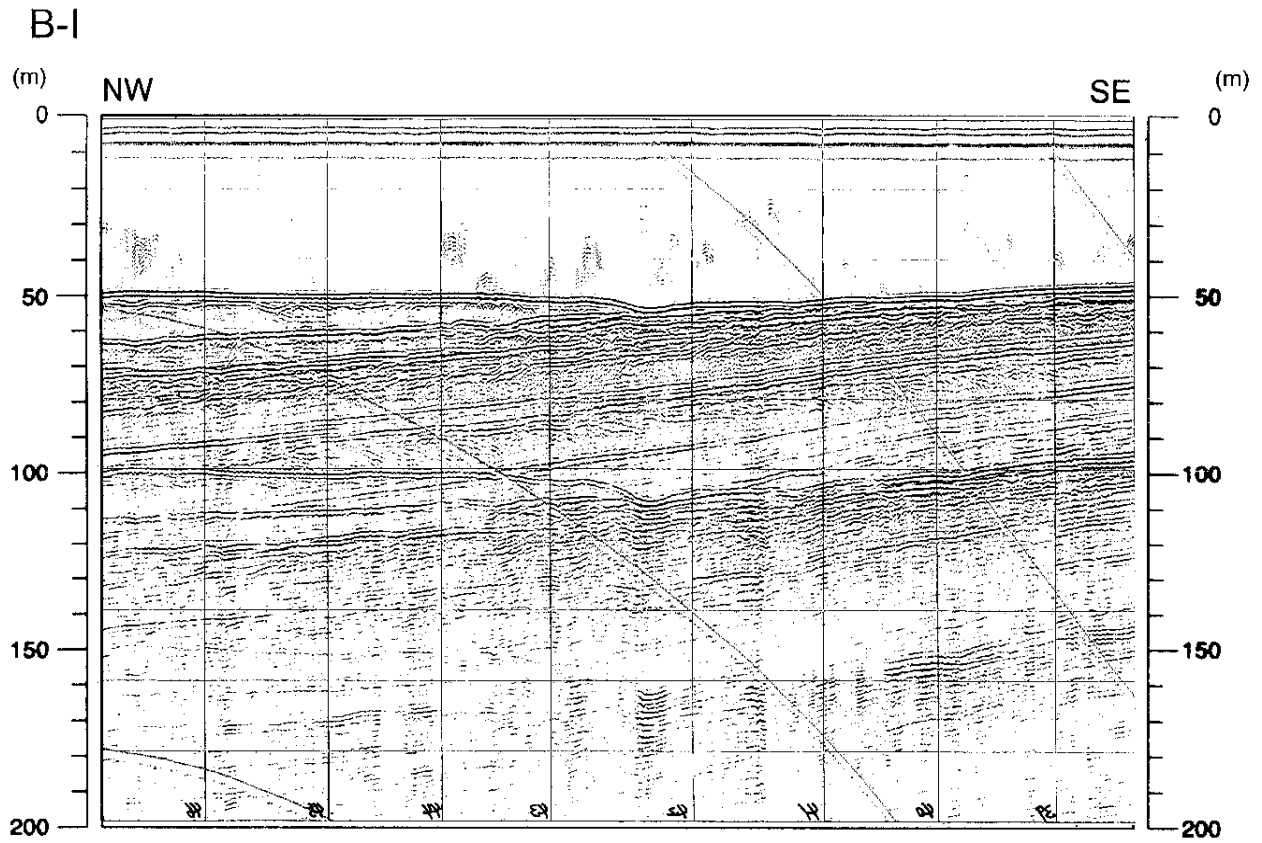


F-IV測線のソノプローブ記録。長浜港北方沖合約5.5kmの、調査海域北東縁付近である。海底面および沖積層内(A層)に変位を与えている南落ちの断層が確認できる。変位量は約5mで、下盤側が断層面に引きずり込まれるような形状を示していることから、横ずれ成分をとまなうものと考えられる。

H-II

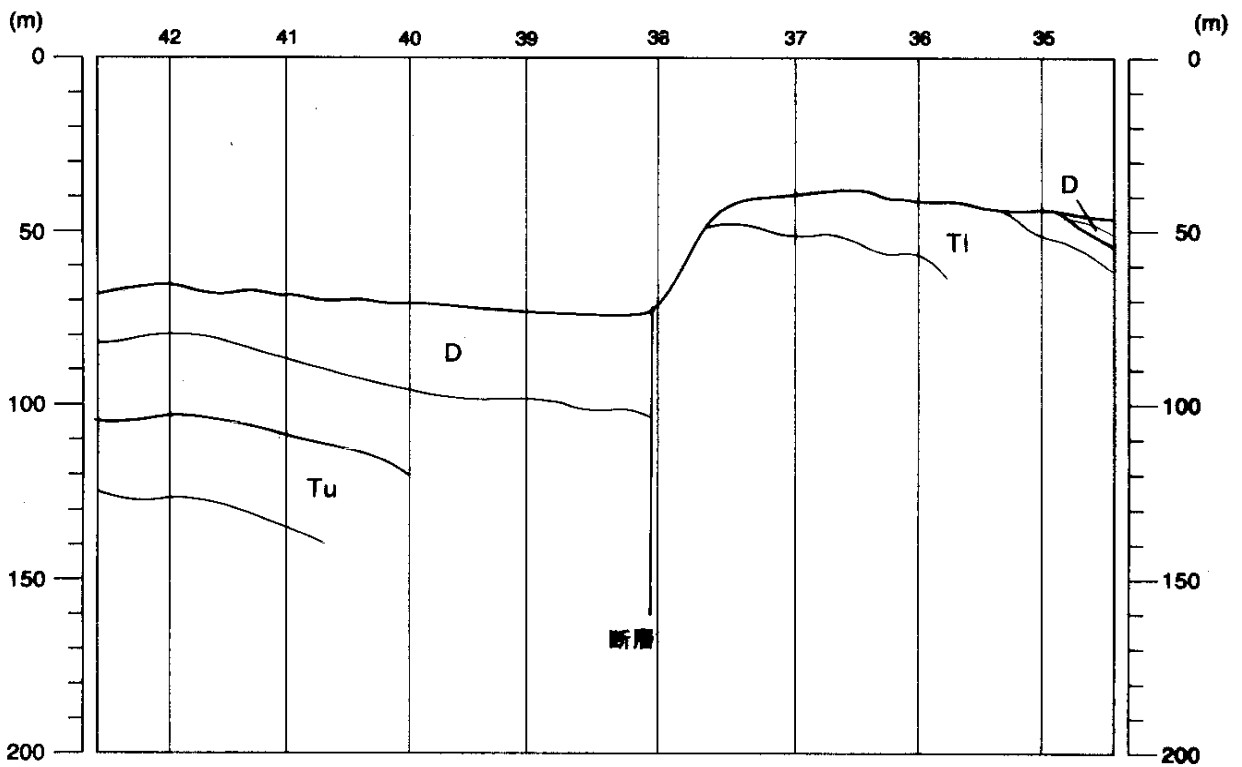
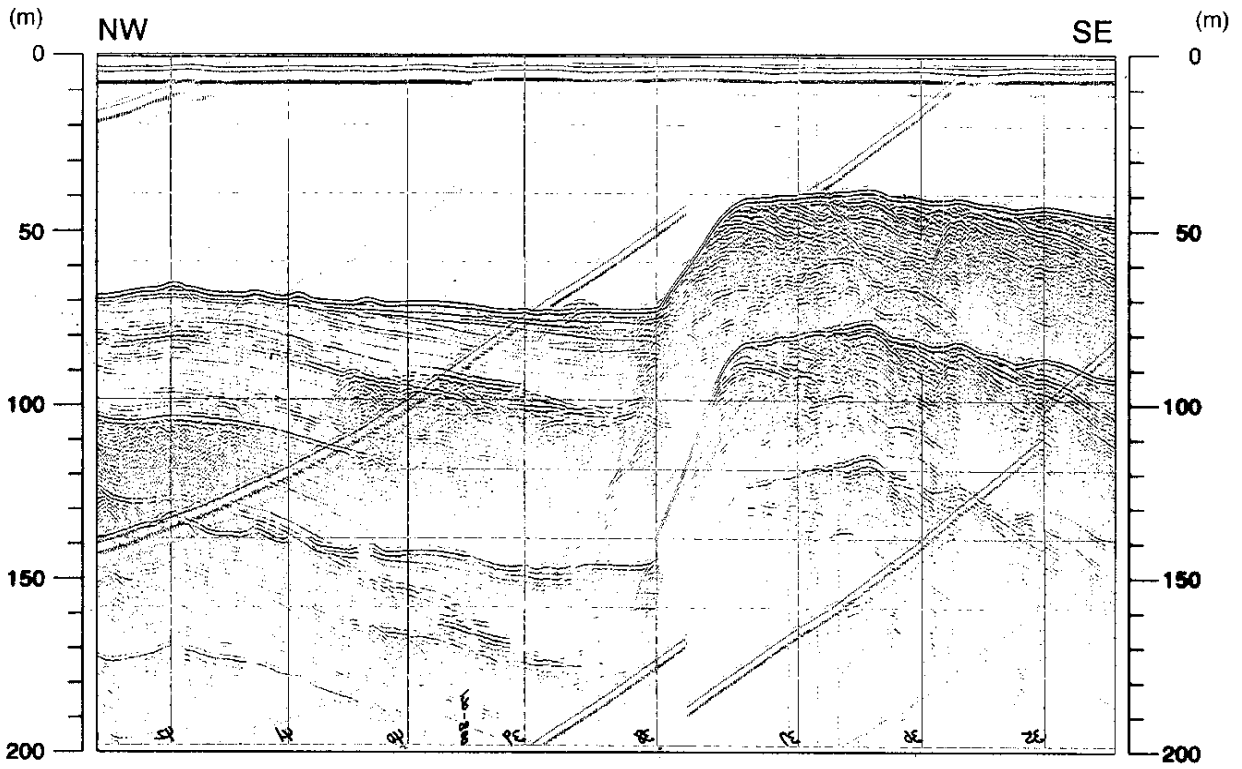


H-II測線のソノプロープ記録。長浜港北方沖合約2.5kmの、調査海域東縁部である。沖積層(A層)が20m以上と厚く堆積している。沖積層内の顕著な反射面は、火山灰層であると考えられ、35m付近のものは約6,300年前に噴出したアカホヤ火山灰層に対比できる可能性がある。



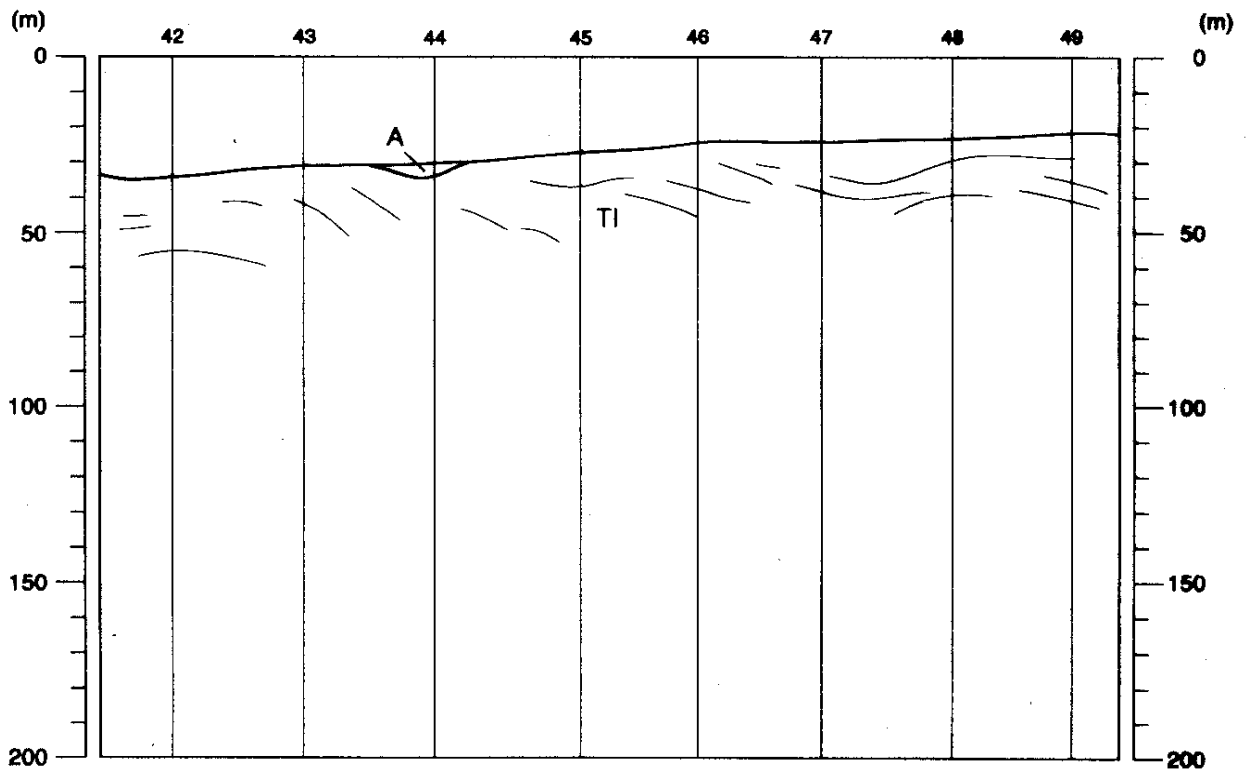
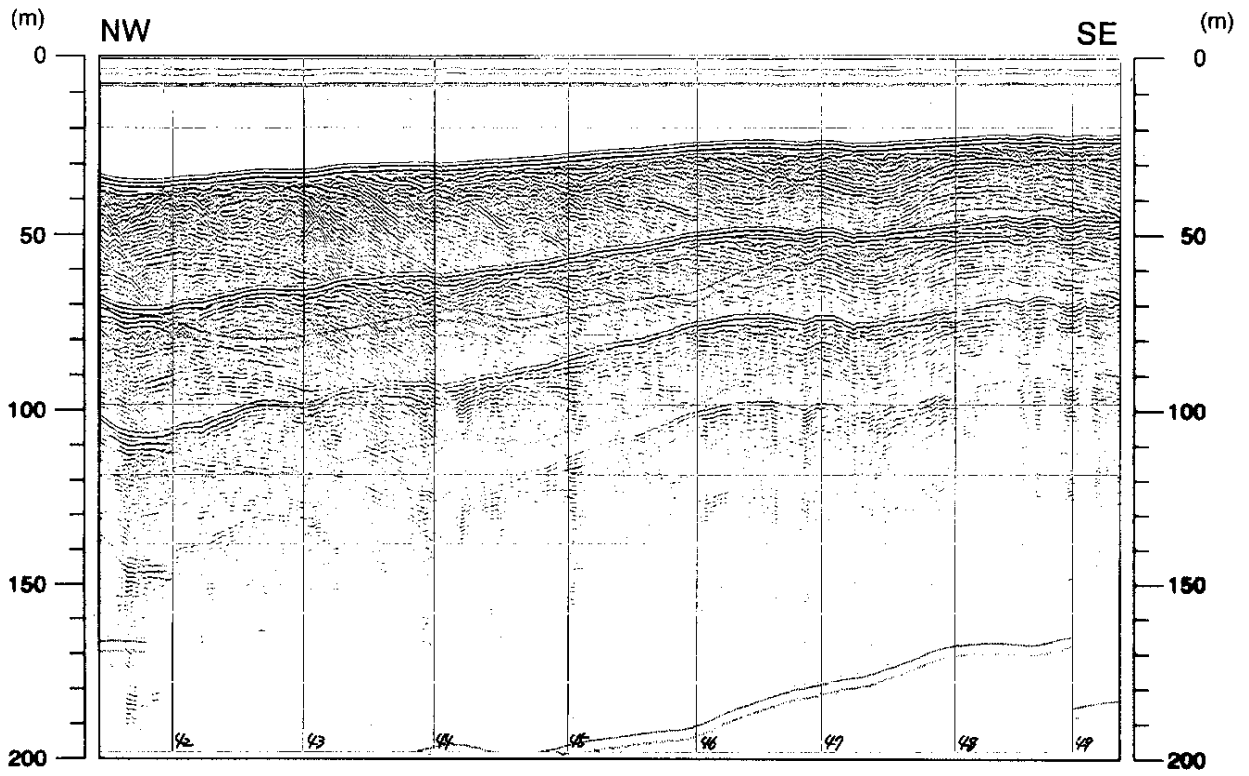
B-I測線のスーパーカー記録。岸の鼻北西沖合約8kmから9kmにかけての、調査海域北西部である。D層は白く抜けて見え、細粒な堆積物から構成されていると考えられる。Tu層以下の地層が緩やかに沖側に傾斜している。

B-V



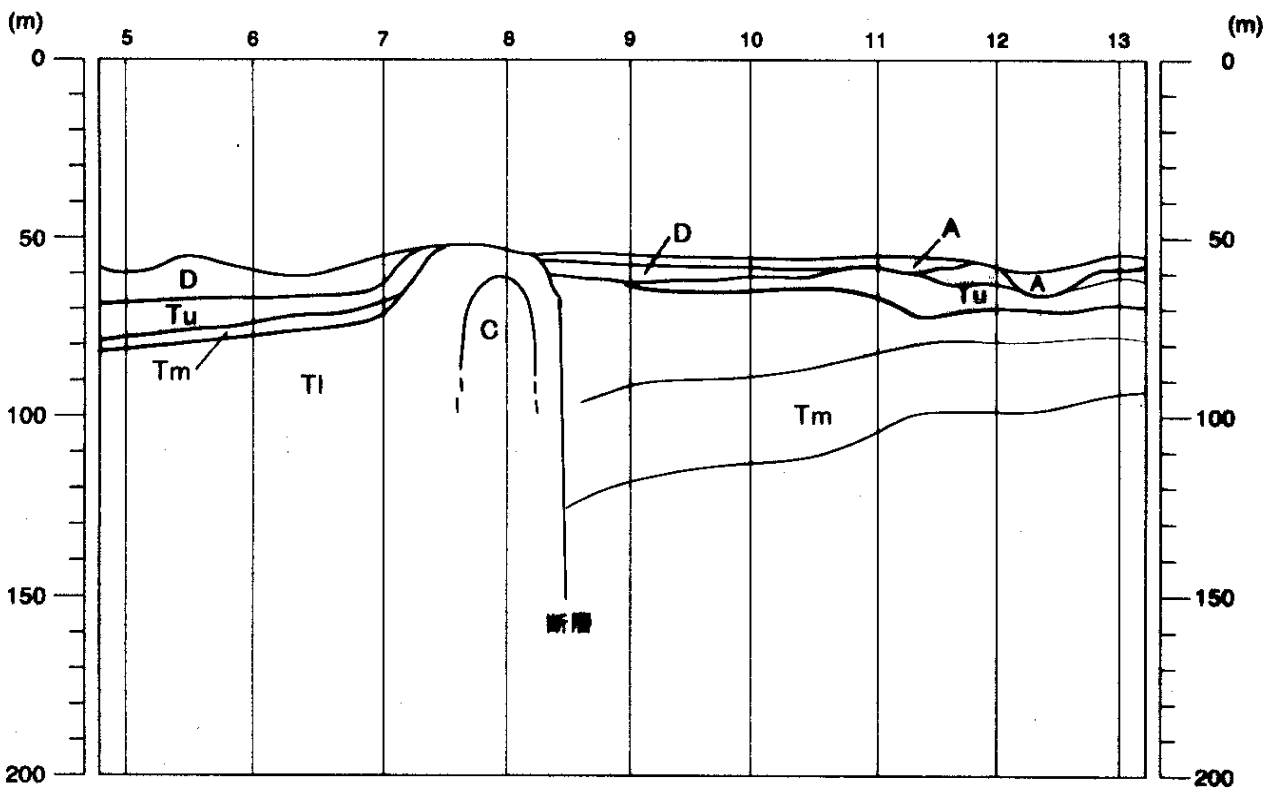
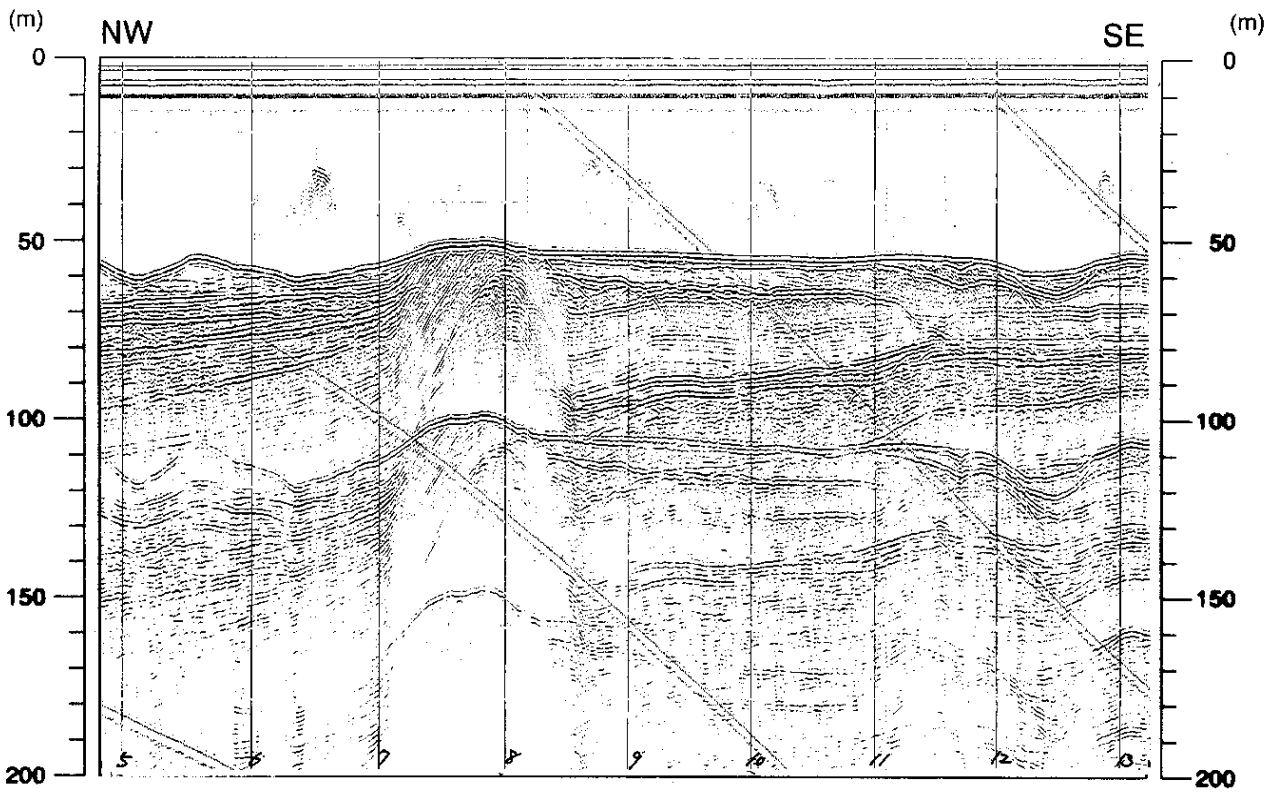
B-V測線のスパーカー記録。犀の鼻北西沖合約5km付近の、調査海域を北東から南西に横切る顕著な海底谷の谷壁部に相当する。北東側で海底に露出しているTl層は、断層によって南西側では確認できず、変位量は100m以上と推定される。南西側の谷底部にはD層が堆積している。

C-IV



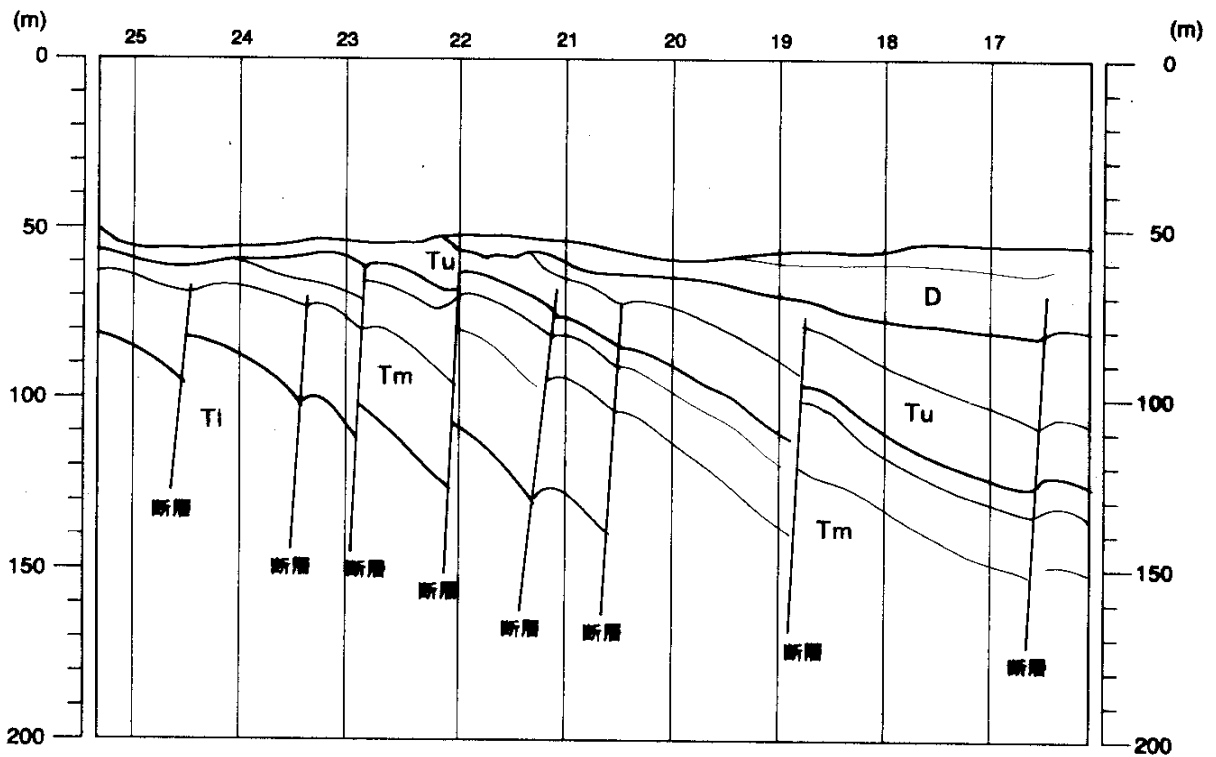
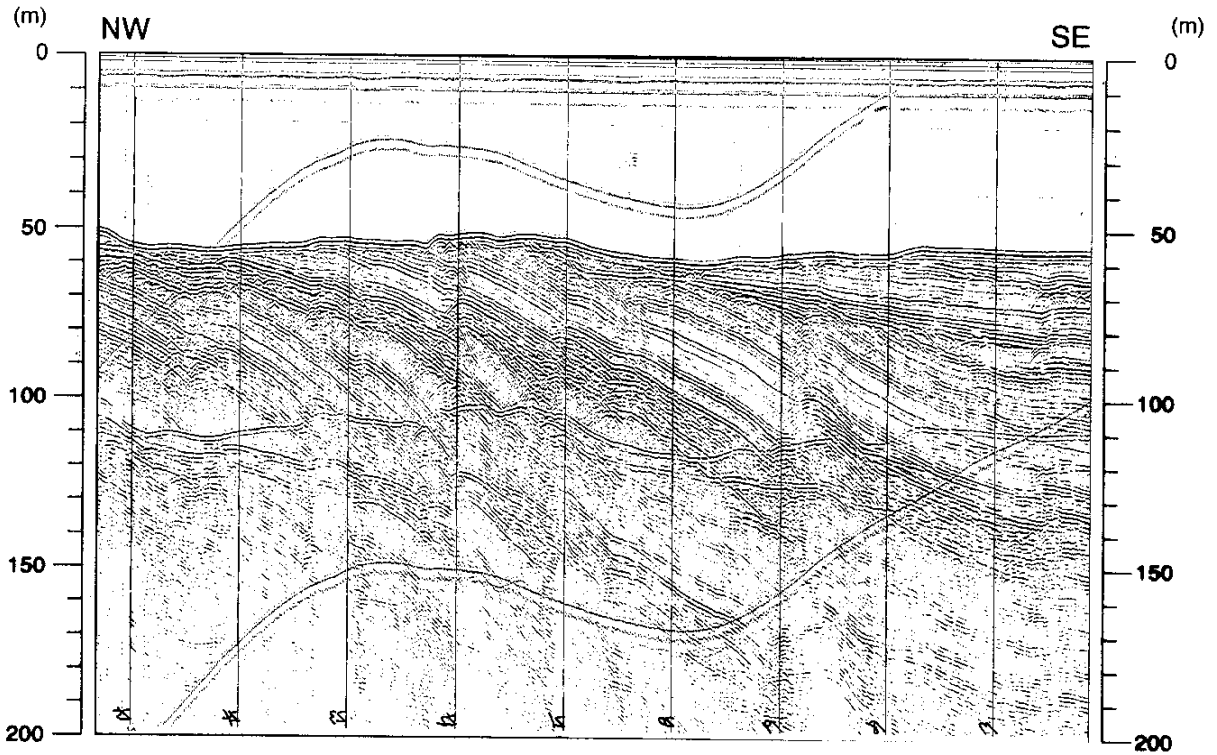
C-IV測線のスパーカー記録。肱川河口北西沖合約2kmから3kmにかけての海域である。T1層が海底に露出している。T1層内には層理面が顕著で、部分的に褶曲構造が確認できる。

E-II



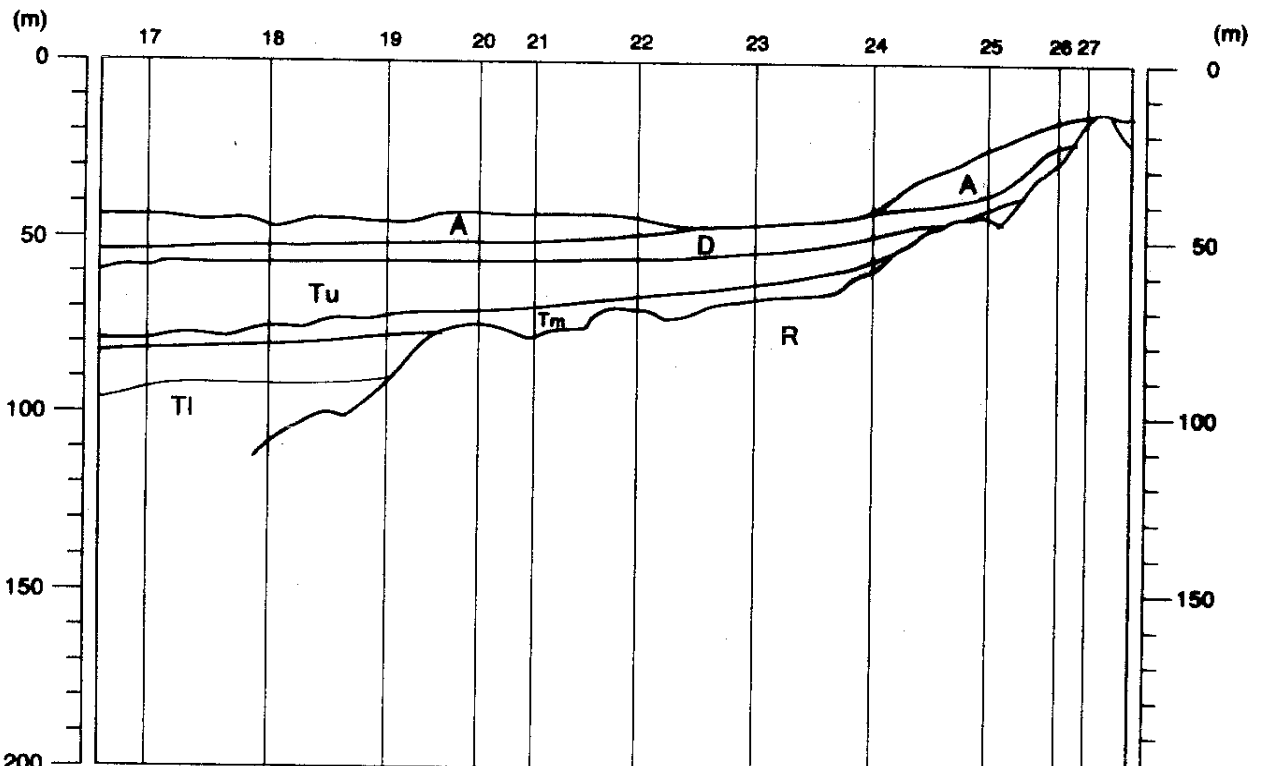
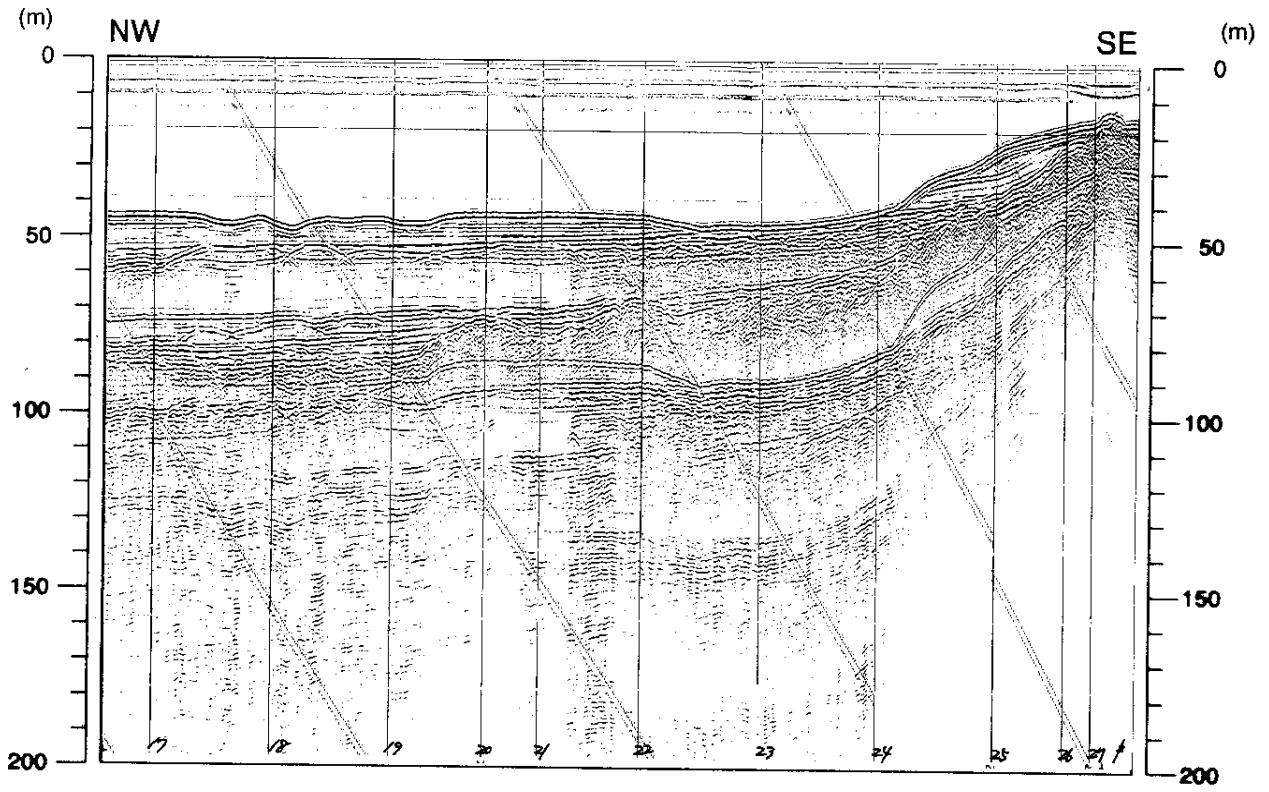
E-II測線のスパーカー記録。大野鼻北西沖合約6kmから7kmにかけての、調査海域西縁部である。断層のすぐ北西側では、衝上を受けているT1層中に強く散乱するパターンがみられ、C層(和泉層群相当層)とした。断層の南東側ではTm層が厚く堆積し、変位量は70m以上と考えられる。

E-III

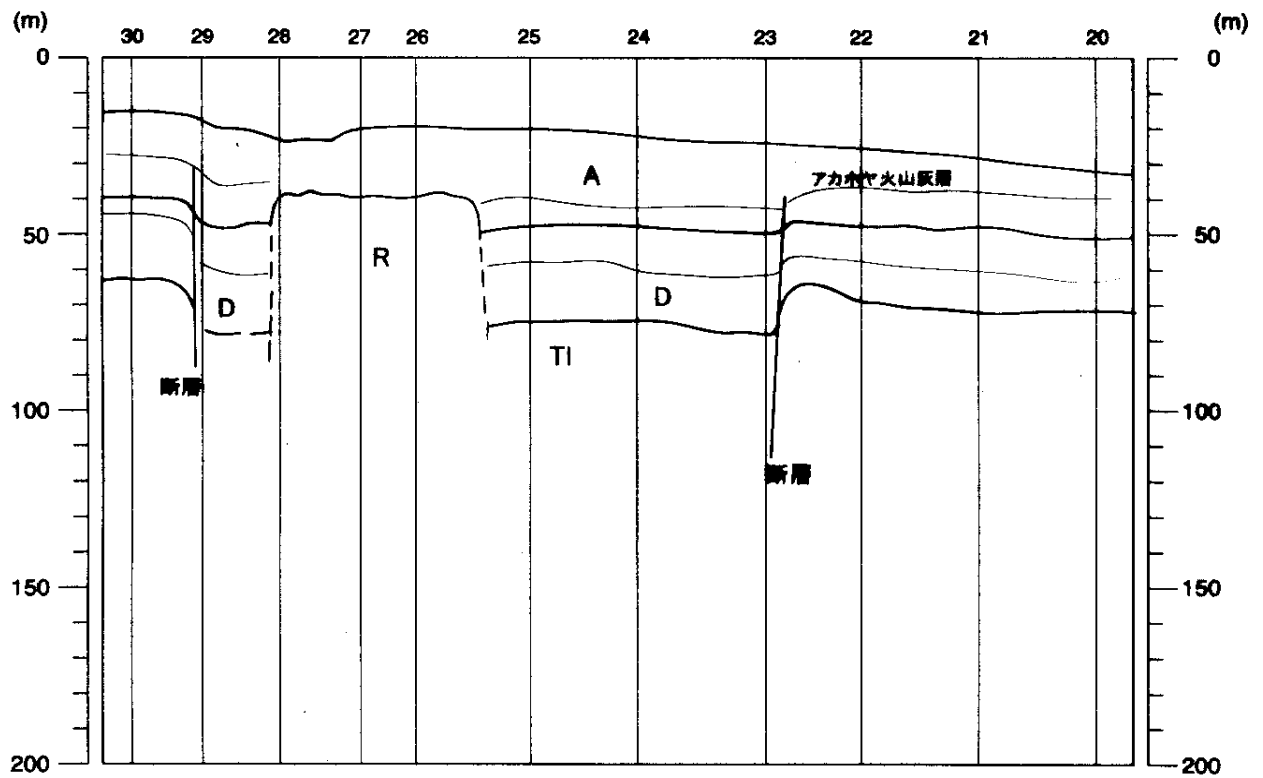
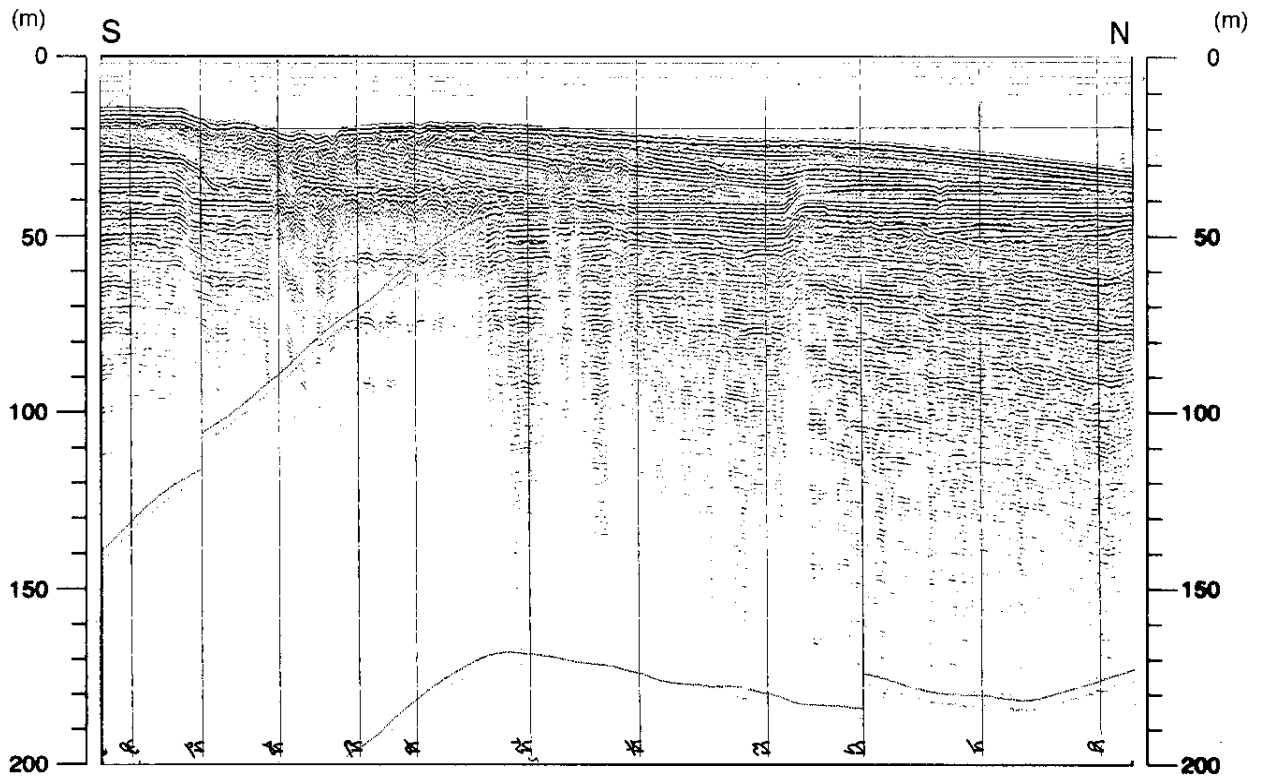


E-III測線のスーパーカー記録。大野鼻北西沖合約5.5kmの調査海域西部である。Tu層以下の地層に、断層による変異が顕著である。一部の断層はD層内にも変位を与えている。傾斜しているT層に対して、D層はほぼ水平に堆積しており、明瞭な不整合関係が確認できる。

F-1

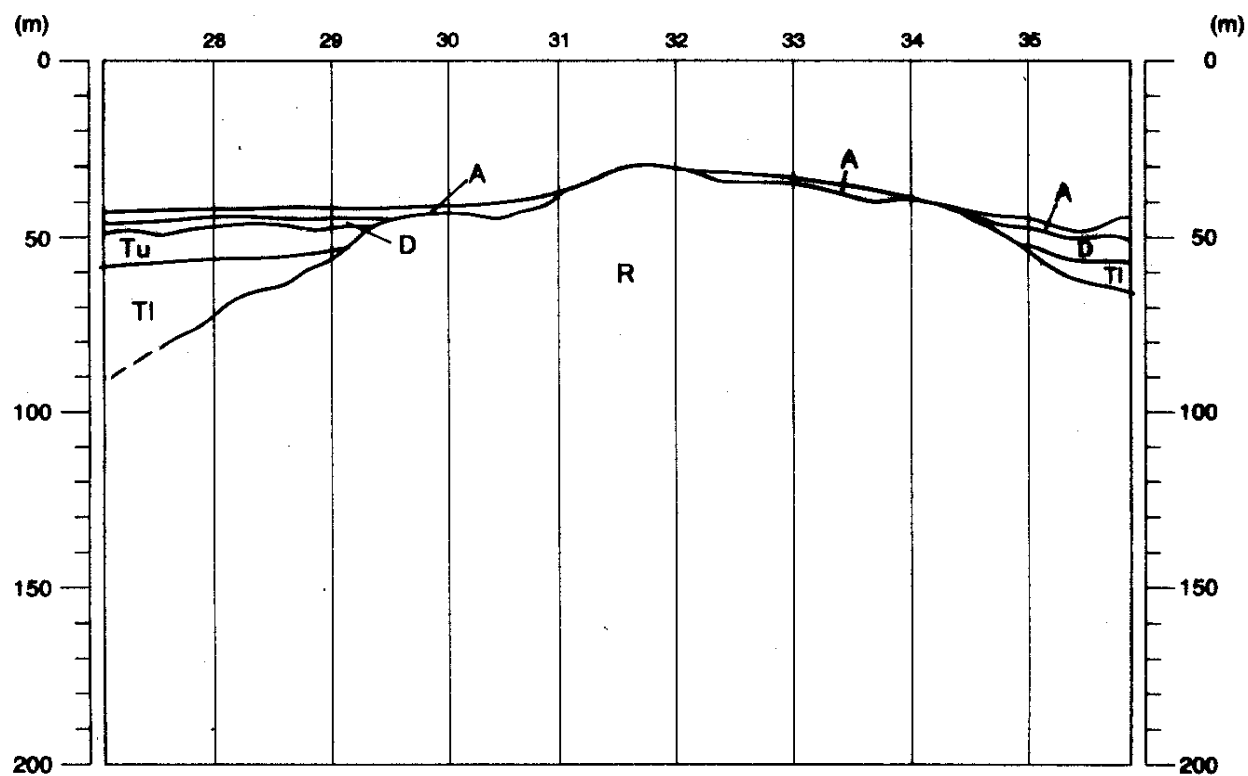
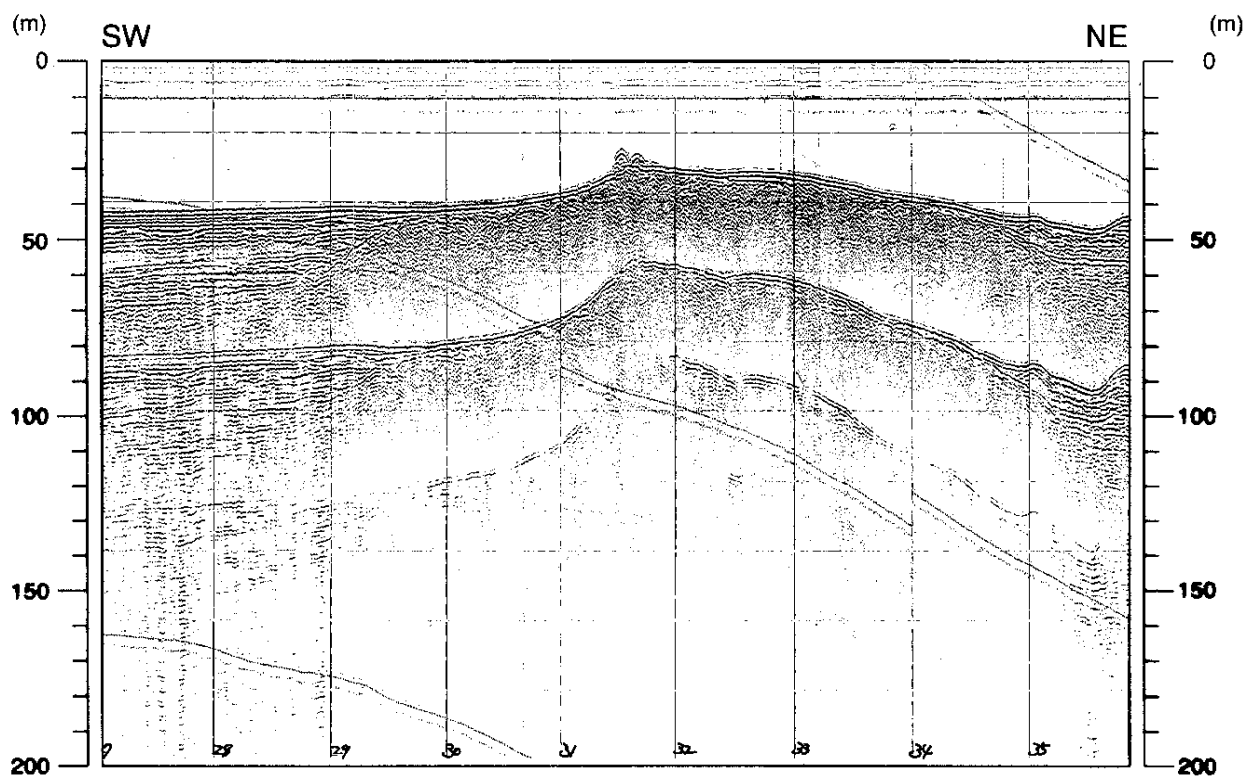


F-IV



F-IV測線のスパーカー記録。長浜港北方沖合約2kmから3kmにかけての、調査海域東縁部である。沖積層(A層)が20m以上と厚く堆積している。沖積層内の反射面が、断層によって変位を受けている様子が明瞭に確認できる。

G-III



G-III測線のスパーカー記録。夢永岬北方沖合約2kmから大野鼻西方沖合約2kmにかけての調査海域西部である。R層が海底に露出している。R層の内部は強く散乱し、陸域の三波川変成岩類に対比される。