

ソロモン諸島テंगाノ湖

ボーキサイト開発計画調査

報告書  
(要約版)

1982年8月

国際協力事業団

鉦計資

J.R

82-113



JICA LIBRARY



1043366[2]



ソロモン諸島テンガノ湖

ボーキサイト開発計画調査

報 告 書  
(要 約 版)

1982年 8 月

国際協力事業団

|                    |      |
|--------------------|------|
| 国際協力事業団            |      |
| 受入<br>月日 84. 3. 16 | 207  |
|                    | 66-2 |
| 登録No. 00561        | MPN  |

# 目 次

|                             | 頁  |
|-----------------------------|----|
| 1. 要 約 .....                | 1  |
| 2. 調査の背景と目的 .....           | 4  |
| 3. 調査団の編成及び現地派遣期間 .....     | 5  |
| 4. ソロモン諸島国の概要 .....         | 7  |
| 5. ソロモン諸島国の鉱物資源 .....       | 9  |
| 6. レンネル島の概要 .....           | 10 |
| 7. 現地調査の概要 .....            | 12 |
| 8. 現地調査の方法 .....            | 18 |
| 8-1. 準備作業 .....             | 18 |
| 8-2. 湖上作業 .....             | 22 |
| 9. 現地調査の結果と国内解析 .....       | 26 |
| 9-1. 音響測深の結果と解析 .....       | 26 |
| 9-2. 音波探査並びに柱状採泥結果と解析 ..... | 29 |
| 10. 調査の結論と評価 .....          | 42 |

付 図

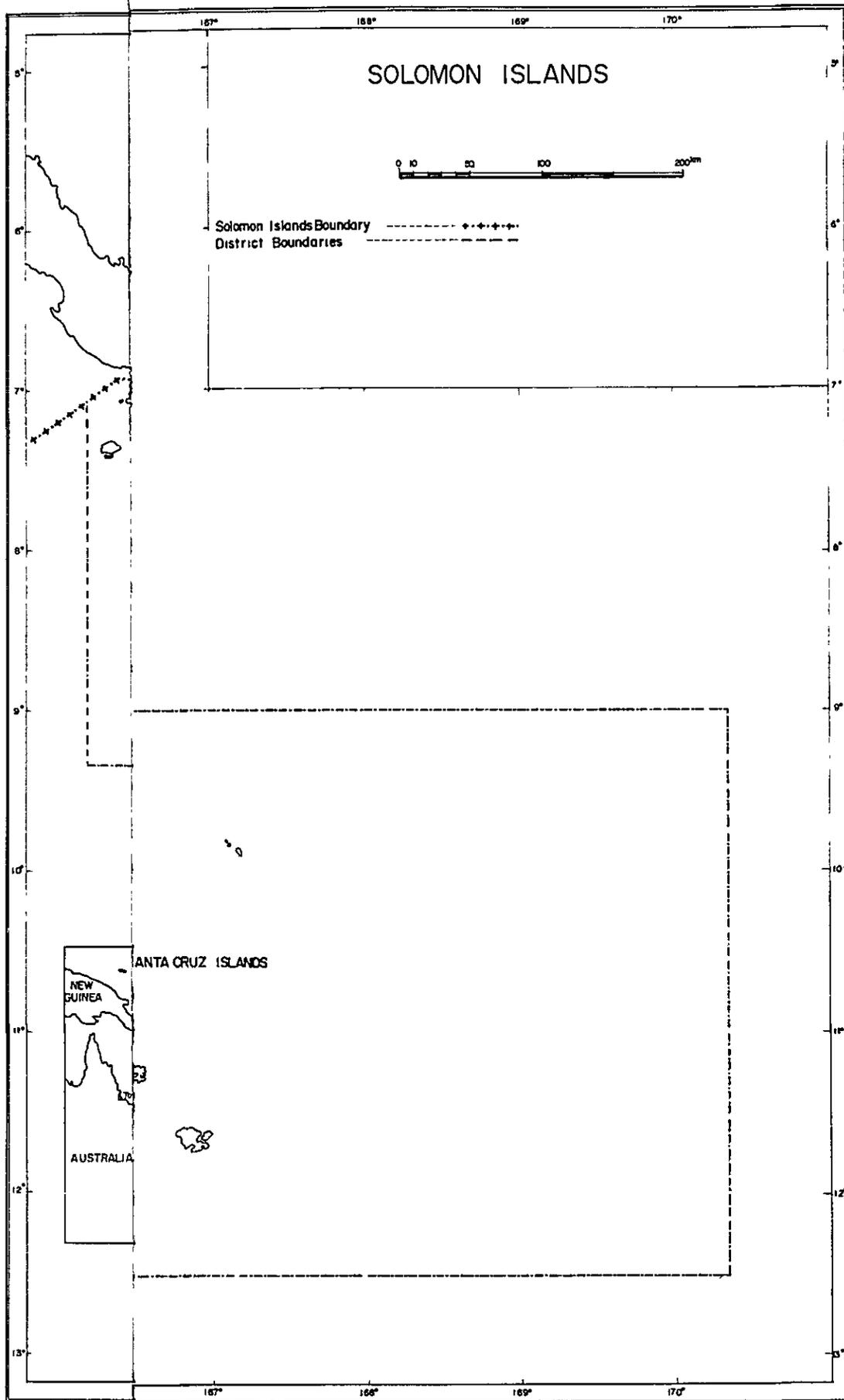
|           |   | 頁     |
|-----------|---|-------|
| Figure 1  | Catamaran   | 14    |
| Figure 2  | Barge   | 15    |
| Figure 3  | Interrelation of five Control Points,<br>A, B, C, D and E                   | 20    |
| Figure 4  | Track chart   | (裏袋)  |
| Figure 5  | Sampling site allocation  | (裏袋)  |
| Figure 6  | Lake floor topography   | (裏袋)  |
| Figure 7  | Cross sections of lake floor along<br>Lines 15.1, 15.2, 22.1, 22.3 and 22.4 | 27-28 |
| Figure 8  | Schematic profile of the lake sediments,<br>Lake TeNggano                   | 31    |
| Figure 9  | Isobaths of the lake sediments surface                                      | (裏袋)  |
| Figure 10 | Isobaths of the bed-rock limestone  | (裏袋)  |
| Figure 11 | Isopachs of the lake sediments  | (裏袋)  |

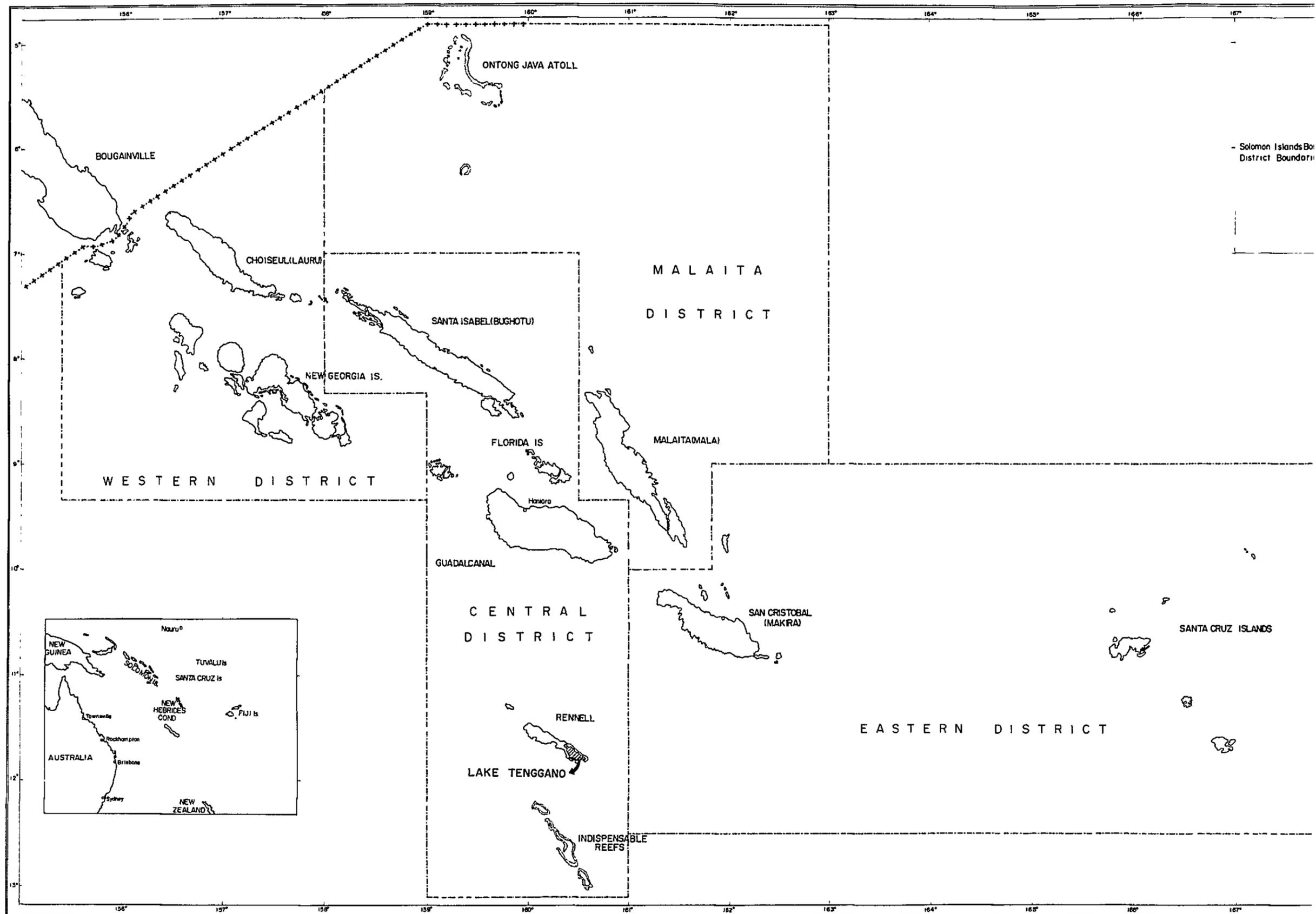
付 表

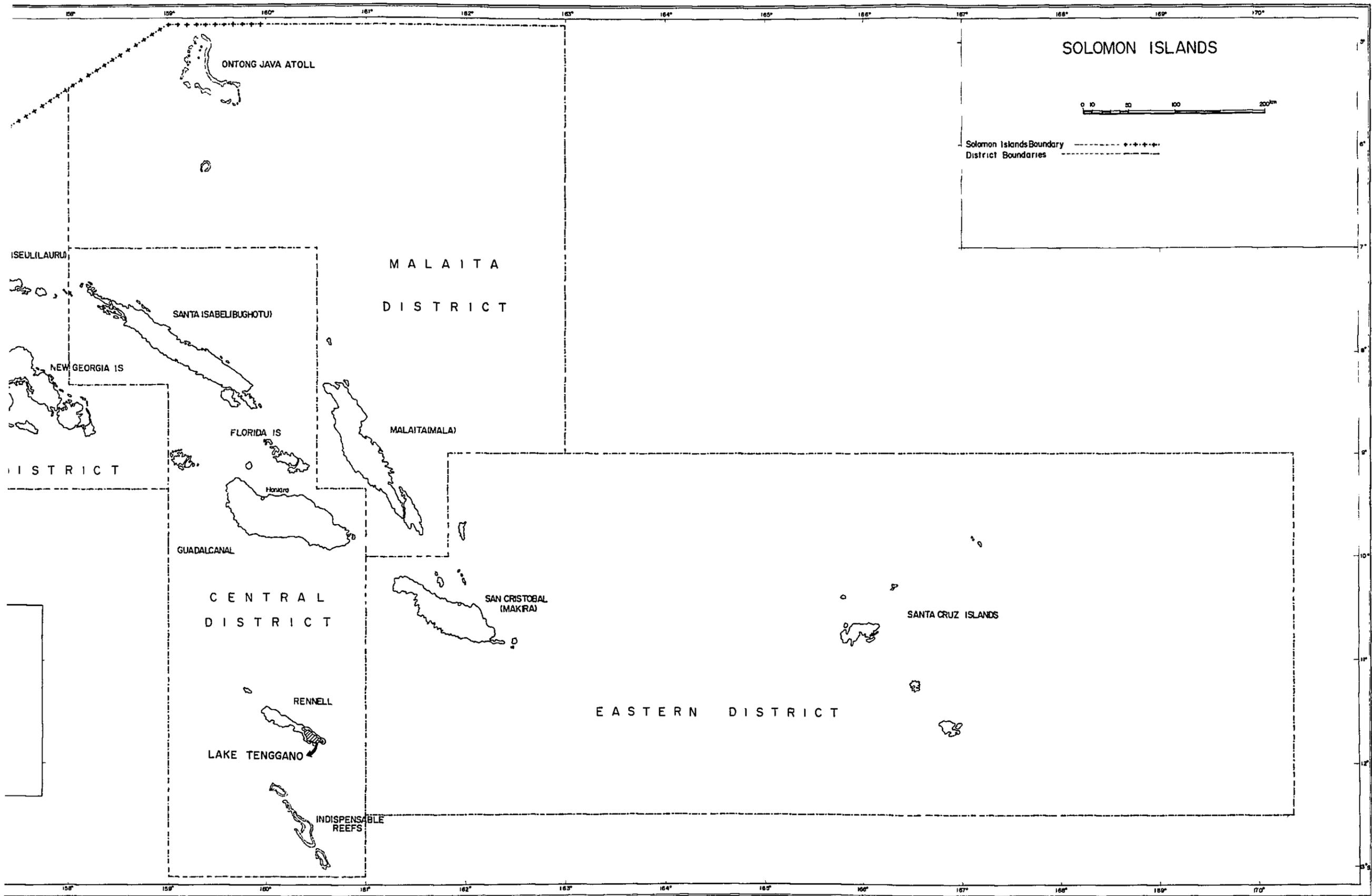
|         |  | 頁     |
|---------|--|-------|
| Table 1 | Survey work progress   | 13    |
| Table 2 | Specifications of major equipments   | 17    |
| Table 3 | Co-ordinate value of control points  | 19    |
| Table 4 | Result of measurement at Point A   | 19    |
| Table 5 | Fluctuation of lake water level,<br>Lake TeNggano                                  | 21    |
| Table 6 | Survey traverses   | 23-24 |
| Table 7 | Chemical analyses of lake sediments,<br>Lake TeNggano                              | 32-34 |
| Table 8 | Mineral assemblage of lake sediments<br>by X-ray powder diffraction, Lake TeNggano | 35-36 |

アネックス (末 尾)

- ANNEX 1           Records by acoustic profiling and  
                      echo-sounding, Lake TeNggano,  
                      Rennell Is., Solomon Is.
- ANNEX 2           Geological logs by piston coring  
                      of the lake floor sediments, Rennell Is.,  
                      Solomon Is.
- ANNEX 3           X-ray powder diffraction charts
- ANNEX 4           ソロモン諸島テンガノ湖ボーキサイト開発計画調査  
                      現地調査業務日程表







SOLOMON ISLANDS



Solomon Islands Boundary - - - - -  
District Boundaries . . . . .

ISEUL (LAURU)

ONTONG JAVA ATOLL

MALAITA  
DISTRICT

SANTA ISABEL (UGHOTU)

NEW GEORGIA IS

FLORIDA IS

MALAITA (MALA)

DISTRICT

Honara

GUADALCANAL

CENTRAL  
DISTRICT

SAN CRISTOBAL  
(MAKRA)

SANTA CRUZ ISLANDS

RENNELL

EASTERN DISTRICT

LAKE TENGGANO

INDISPENSABLE  
REEFS



## 1. 要 約

1-1 ソロモン諸島国は太平洋の南西部に位置し、レンネル島は同国の南部に位置している。テンガノ湖はレンネル島の東部を占めている。

テンガノ湖々底堆積物中には、ポーキサイト質粘土質堆積物の産出が知られており、ソロモン諸島国政府は、1979年2月わが国政府に対して、本堆積物について資源としての立場からの評価を行なうよう、概査レベルの調査援助を受けたい旨要請があった。

これを受けて国際協力事業団は、1981年10月18日から同年12月17日までの61日間にわたって、住鉱コンサルタント株式会社及び国際航業株式会社所属の専門家6名からなる「ソロモン諸島テンガノ湖ポーキサイト開発計画調査団」(団長：塚原登)を現地に派遣し、テンガノ湖々底堆積物に対する音波探査並びに柱状採泥作業が実施された。

1-2 現地調査の業務内容は次の通りである。

- a. 音波探査 35測線 総計 169 km ライン
- b. 柱状採泥 48地点 総計 65 試料

1-3 現地調査業務を終了して、同調査団は引続き国内において国内設計作業を継続実施したが、その業務内容は次の通りである。

- a. 航跡図の作成
- b. 測深記録の説取りと補正
- c. 音波探査記録の説取りと補正
- d. 堆積層の等層厚線図の作成
- e. 湖底地形図の作成
- f. 堆積物上面等深線図の作成
- g. 基盤石灰岩上面等深線図の作成
- h. 柱状採泥結果と音波探査との対比
- i. 採泥試料の化学分析結果検討と評価 (37試料)
- j. 採泥試料のX線粉末回折結果の検討 (37試料)

1-4 現地調査並びに国内設計作業の結果は、以下のようによ約される。

- a. テンガノ湖々底堆積物は、その分布の上面深度から、A層/B層、C層、D層及びE層の5層-4層準に分類される。各層準の分布深度は、一般に次の通りである。

- A層／B層：－28m～－34m 付近
- C層：－18m～－22m 付近
- D層：－8m～－15m 付近
- E層：－2m～－11m 付近

- b. 堆積物は、灰緑色～灰褐色ジェリー、赤褐色ジェリー、植物片を含有する泥状あるいはジェリー質泥状堆積物を主とし、C層、D層、E層にはボーキサイト質粘土が認められた。これまでの調査結果ではA層／B層の層準には粘土層は認められていない。
- c. テンガノ湖においては、A層／B層は湖の中央部湖底に広く分布し、C層、D層、E層は湖岸に近くて、水深の比較的浅い、限られた区域に分布する。
- d. これまでの資料並びに本調査の結果から、大部分のボーキサイト質粘土層はE層中に賦存し、粘土層は、ジェリー層に被覆される場合と、直接湖水面下に露出する場合とがある。又、その下部は基盤の石灰岩層に直接接する場合と、ジェリー層を更に被覆する場合があるなど、複雑な産状を示す。粘着性が著しい。
- e. C層及びD層中にも、ボーキサイト質粘土層が認められるが、その産出は、E層に伴う場合と比較して、限られた範囲内に止まるようである。
- f. C層、D層、E層に伴うボーキサイト粘土層のアルミニウム鉱物はギブサイトで テンガノ湖東端の Tingoa 粘土層はギブサイトの外にベーマイトを随伴する。

粘土層の層厚は一般に 0.2m～0.5m で、最も厚いニウバニでは 1.2 m 以上に達する。

採取された原試料は 33%～41% のモイスター（付着湿分）を含有し、モイスター除去後で  $Al_2O_3$  品位は一般に 43%～46%、最高 49.86%、最低 20.12% である。

$SiO_2$  品位は一般に 0.30% 以下で低く、 $TiO_2$  品位も 1.85% 以下で低い。一般に 0.4% 乃至 1.4% の  $P_2O_5$  を含むが、時に 3.8% 程度に達する場合もある。チタンは鋭錐石、磷はクランダライトとして含有されている。シリカを含有する鉱物は明瞭には検出されなかった。

普遍的に黄鉄鉱を含有し、稀に白鉄鉱及び菱鉄鉱が認められる。このためトータル鉄を  $Fe_2O_3$  換算した場合、一般に 12%～18%  $Fe_2O_3$  を含有する。

- g. A層／B層、C層及びD層の主体は灰緑色ジェリー、植物片を含有する泥状あるいはジェリー質泥状堆積物で、一般に 90% 前後のモイスターを含有する。モイスター除去後で一般に 5%～8% の  $Al_2O_3$  が認められるが、 $Al_2O_3$  の起源はギブサイトであって、ジェリー質及び泥状堆積物中に、ギブサイトが拡散して稀積分布しているものと考えられる。
- h. E層中に賦存するボーキサイト質粘土層は、一般に基盤石灰岩のドリーネを充填して、パッチ状に分布する。ポケット状ドリーネの直径は 0.2m～0.4m 程度で、粘土によって充填されたドリーネの平面的拡がりには 30m×30m 以下程度と考えられる。

但し、Niupani 粘土層は柱状採泥 29/1 及び 29/3 で認められ、この間の距離は約 150 m であるので、ある程度の平面的拡がりが予想される。

- i. テンガノ湖々底堆積物中に賦存するボーキサイト質粘土層の分布は、限られた区域内にパッチ状に認められ、かつ粘着性が著しい。粘土層は、ジェリー層に被覆される場合と、直接湖水面下に露出する場合とがある。又、その下部は基盤の石灰岩層に直接接する場合と、ジェリー層を更に被覆する場合があるなど、複雑な産状を示す。

金属鋳業として大規模乃至中規模の商業生産稼行を行なうには、量、質共に不十分なボーキサイト鋳床であろうと判断され、現時点ではローカル消費用の窯業原料、教材用粘土等としての利用が考えられる。

## 2. 調査の背景と目的

ソロモン諸島は、環太平洋造山帯を構成するメラネシア島弧群の北西部に位置し、主として第三紀以降に活動したウェルト型隆起作用によって形成された造山帯に属し、かつ環太平洋金属鉱床区ベルト内に排列された島嶼国である。これまでに大型斑岩銅鉱床、含ニッケル・ラテライト鉱床、燐鉱床、テラロッサ型ポーキサイト鉱床などに対して、近代的な手法による積極的な金属鉱床探査が実施されてきたが、現在見るべき鉱産物の生産はない。

ソロモン諸島国の首都ホニアラ (HONIARA)はガダルカナル島にあり、レンネル島はガダルカナル島の南方 180 km に位置している。

レンネル島に対しては、1960年代後半に、国際連合開発計画 (UNDP) による広域的な空中物理探査が実施され、その結果、レンネル島に放射能異常が検出され、これがレンネル島西部のポーキサイト鉱床発見の端緒となった。

レンネル島西部のポーキサイト鉱床は、隆起珊瑚礁石灰岩層を被覆するテラロッサ型類似の鉱床で、1969年から1974年の間に、金属鉱業事業団並びに三井金属鉱業株式会社によって、積極的な探査と鉱床評価が行われた。

レンネル島東部に位置するテンガノ湖々底堆積物中には、白ポーキサイトの産出が知られており、1977年には国際連合アジア太平洋経済社会委員会 (ESCAP) の、南太平洋地域沿岸鉱物資源共同探査調整委員会 (CCOP/SOPAC) によって概査が実施された。

このような結果により、ソロモン諸島国政府は、1979年2月にわが国政府に対して、テンガノ湖々底堆積物中に賦存するポーキサイト質粘土堆積物の評価について、概査レベルの調査援助を受けたい旨要請した。これに対して国際協力事業団は、1979年11月に事前調査団を現地に派遣し、ソロモン諸島国政府と具体的な意見を交換すると共に現地調査を実施して、本開発計画調査に関する実施計画が立案された。

その結果、本開発計画調査を実施するために、塚原登団長他5名からなる調査団が編成され、1981年10月18日から同年12月17日までの61日間にわたって本調査第一次業務の現地調査が実施された。

第一次業務終了後、引続いて1982年3月20日までの間、本調査第二次業務として国内設計作業が実施された。

本開発計画調査の目的は、レンネル島東部に位置するテンガノ湖々底堆積物中に賦存するポーキサイト質堆積物の賦存状態の概査と試料採取を実施し、その結果を国内解析して、資源としての評価を行なうものである。

### 3. 調査団の編成及び現地派遣期間

3-1 「ソロモン諸島テンガノ湖ボーキサイト開発計画調査団」の編成は次の通りである。又、ソロモン諸島国の **MINISTRY OF LAND, ENERGY AND NATURAL RESOURCES** 所属の **GEOLOGY DIVISION** から、下記の合同調査団が現地に派遣された。

|           | 氏名               | 分担・専門           |
|-----------|------------------|-----------------|
| 日本側       | 塚原 登             | 団長、地質           |
|           | (住鉦コンサルタント)      |                 |
|           | 杉山 明             | 副団長、地質、音波探査     |
|           | (国際航業)           |                 |
|           | 赤沢 義次            | 測量、測位           |
|           | (同上)             |                 |
|           | 秋元 不二雄           | 測量、測位           |
|           | (同上)             |                 |
|           | 佐々木 生治           | 柱状採泥、音波探査       |
| (同上)      |                  |                 |
| ソロモン諸島国側  | 近藤 六夫            | 音波探査            |
|           | (住鉦コンサルタント)      |                 |
|           | FRANK I. COULSON | CHIEF GEOLOGIST |
|           |                  | ソロモン諸島国側全般管理    |
|           | S. DANITOFEA     | GEOLOGIST       |
|           | P. DIAU          |                 |
|           | A. BANA          |                 |
|           | R. ANISI         |                 |
|           | W. GARAEMA       |                 |
|           | P. ISRAEL        |                 |
|           | R. TAFUSELO      |                 |
|           | W. ZAMA          |                 |
| A. ALE    |                  |                 |
| J. POLOSO |                  |                 |

3-2 本開発計画調査の現地調査業務日程は、1981年10月18日から同年12月17日までの61日間で、この中レンネル島における滞在期間は11月2日から12月7日までの36日間であった。

現地調査各作業の詳細は、本報告書の ANNEX4 に示した通りである。

## 4. ソロモン諸島国の概要

4-1 ソロモン諸島国は太平洋の南西部に位置し、メラネシア島弧群の北西部を占める島嶼国である。パプア・ニューギニア国のブーゲンビル島の東方に接し、東経155度～170度、南緯5度～13度の範囲を占める。長くイギリス保護領であったが、1978年7月7日に独立し、国名を「ソロモン諸島」SOLOMON ISLANDSと呼称する。

ソロモン諸島国は、西方からショートランド群島、チョイスール島、ニュージョージア群島、サントイザベル島、ガダルカナル島、フロリダ群島、マライタ島、サンクリストバル島、レンネル島、ペロナ島、サンタクルーズ群島等からなる島嶼国で、北西-南東方向に1,500 kmにわたって二列に並列している。国土面積は27,556 km<sup>2</sup>、総人口は1976年統計で196,823人となっている。

首都はガダルカナル島中央北部にあるホニアラ(HONIARA)で、人口は同上統計で14,942人である。

人種的には、全人口の93%がメラネシア人、4%がポリネシア人、1.4%がミクロネシア人である。

4-2 ソロモン諸島国は、オーストラリア大陸と太平洋との境界域に形成された、北西-南東方向に伸長する若い造山帯に属し、海底からそびえる褶曲山脈の頂部が海上に姿を現わした部分が、国土の大半を占めている。主要な島の中核部には、変成岩や火成岩が発達し、概して急峻な地形を示す。

ニュージョージア群島には火山島が多い。北端のオントング・ジャワ、南端のインディペンサブルには環礁が発達している。レンネル島、ペロナ島は隆起珊瑚礁の島である。

ソロモン諸島国は熱帯性気候に支配され、日中の気温は一年を通じて30℃あるいはそれ以上に達する。一般に4月～11月は南東貿易風の影響を受けて乾季に相当し、12月～3月は北西モンスーンの影響を受けて雨季に相当する。

4-3 1893年以来イギリス保護領であったが、1978年に独立し、英国女王を国家元首とする君主制民主主義国家として、英連邦の一員となった。

国会は一院制で、国民議会と呼ばれ、公認政党はない。

中央政府の行政組織は、大蔵、貿易・産業・労働、教育・文化、職業・公共施設、内務、国土・エネルギー・天然資源、保健・医療、農林の八省からなっている。

ソロモン諸島国は、ウェスタン、サントイザベル、セントラル・アイランズ、ガダルカナル、ホニアラ、マライタ、マキラ/ウラワ、イースタン・アイランズの八つの地方

(PROVINCE)に分けられ、各地方は地方集会、地区評議会、部落委員会から構成される  
地方政府を持っている。

4-4 ソロモン諸島国は、独立後未だ日が浅く、工業化は著しく遅れていて、未だにコ  
ブラ、木材、やし油などの林業や漁業による一次産業が基幹産業となっている。

鉱業は、ガダルカナル島で小規模な砂金鉱山が操業されていると伝えられるのみで、  
見るべきものはない。

1978年末の同国給与所得者の31.8%が漁業・林業・農業、33.3%が各種サービス業  
の従業者で、製造・建設業従業者は13.2%であるに過ぎない。

1978年の国民一人当りの国内生産高は435 U.S.ドルである。

ソロモン諸島国の通貨はソロモン・アイランズ・ドルと同セントで、S.I.ドルーセン  
トと略記され、10進法である。S.I.1ドルはU.S.1.14ドルで、約255円、オーストラリ  
ア・ドルと等価である。

1978年の国家歳入は3,155万S.I.ドル、同歳出は3,061万S.I.ドルである。英国か  
らの現金援助額は同年で1,240万S.I.ドルに達している。

1978年の主要輸出品はコブラ、丸太材、魚類、パームオイルその他で、総額は2,873  
万S.I.ドル、主要輸出先は、わが国、英国、EEC諸国その他である。これに対して同年  
の主要輸入品は機械、自動車、工業製品、食料品、化成品、石油その他で、総額は  
3,088万S.I.ドル、主要輸入元はオーストラリア、わが国、英国、シンガポールその他  
である。

4-5 ソロモン諸島国は、島嶼国であるため、約80種の土語が使用されていると云われ  
るが、ビジン語が共通語として広く使われている。政府関係や商工業界では、公用語と  
して英語が使われている。

敬虔にキリスト教を信仰する国で、宗派としてはCHURCH OF MELANESIA、ROMAN  
CATHOLICが多い。

総人口約20万人の国土の中で、住民の居住する部落数は約5,000余りと云われるが、  
この中人口50人未満の部落数が約80%となっている。このような事情が反映されて、住  
民は部落別あるいは地区別に、閉鎖的あるいは保守的性格が強い。

住民の中には文盲が比較的多い。義務教育制は制定されていない。初等教育と中等教  
育の学校があり、初等教育は通常7才で就学して7年制で実施されているが、初等教育  
就学児童数は、就学適齢児童数の半数程度である。

## 5. ソロモン諸島国の鉱物資源

ソロモン諸島国は、環太平洋金属鉱床生成区内に位置しているにも拘わらず、現在のところ既知鉱化帯の中で、商業生産稼行の対象となる鉱床は未だ認められていない。その理由として、ソロモン政府は、大規模な鉱床が賦存しないのかも知れないということもあり得ようが、それよりもむしろ、ソロモン諸島国が、基本的には地理的条件が非常に悪く、鉱山開発が中々実行されないからだとしている。

同国においては、調査対象地域が一般に遠隔で、かつ地形が一般に急峻でジャングルに覆われ、加えて熱帯性気候条件が、調査の円滑な進行を著しく阻害していることは、大きなハンディキャップである。ソロモン政府は、同国内における明瞭な鉱化帯・鉱兆地は、少くとも一回は探査対象として、調査と検討が加えられているのではないかと考えており、将来の鉱物資源探査には、独創的な発想と、高いリスクに対する覚悟が必要ではないかとしている。

同国において、これまでに生産・稼行され、これに伴って積極的な探査が行なわれた主要非鉄金属鉱物は金、銅及びマンガンで、これに加えて、ニッケル・クローム、ボーキサイト、燐についても近代的な手法による探査が実施されてきたが、現在見るべき鉱産物の産出は行なわれていない。

## 6. レンネル島の概要

レンネル (RENNELL) 島は、ソロモン諸島国の南端、東経 160 度 20 分、南緯 11 度 40 分、ガダルカナル島の南方 180 km に位置している。北西-南東方向に長さ 80 km、巾 10 km の細長い島で、島の東部の約四分の一はテンガノ湖によって占められている。テンガノ湖の大きさは、わが国の霞ヶ浦にほぼ等しい。

隆起珊瑚礁の島で、島の外縁は高さ 100 m 以上の断崖をなし、内陸部は比較的ゆるい盆地状の地形を示す。広く熱帯雨林に覆われていて、島内に河川はない。

テンガノ湖は半塩水湖で、古期の潟の名残りであり、湖水と外海水とは相通じていると云われているが、不明な点もある。

レンネル島の西端にはティンゴア (TINGGOA) 飛行場があり、ホニアラ-ティンゴア間には週二回、ソロモン航空 (SOLOMON AIRWAYS) のアイランダーズ機 (乗客 8 人乗り) による定期航空便が開設されている。チャーター機の使用も可能である。

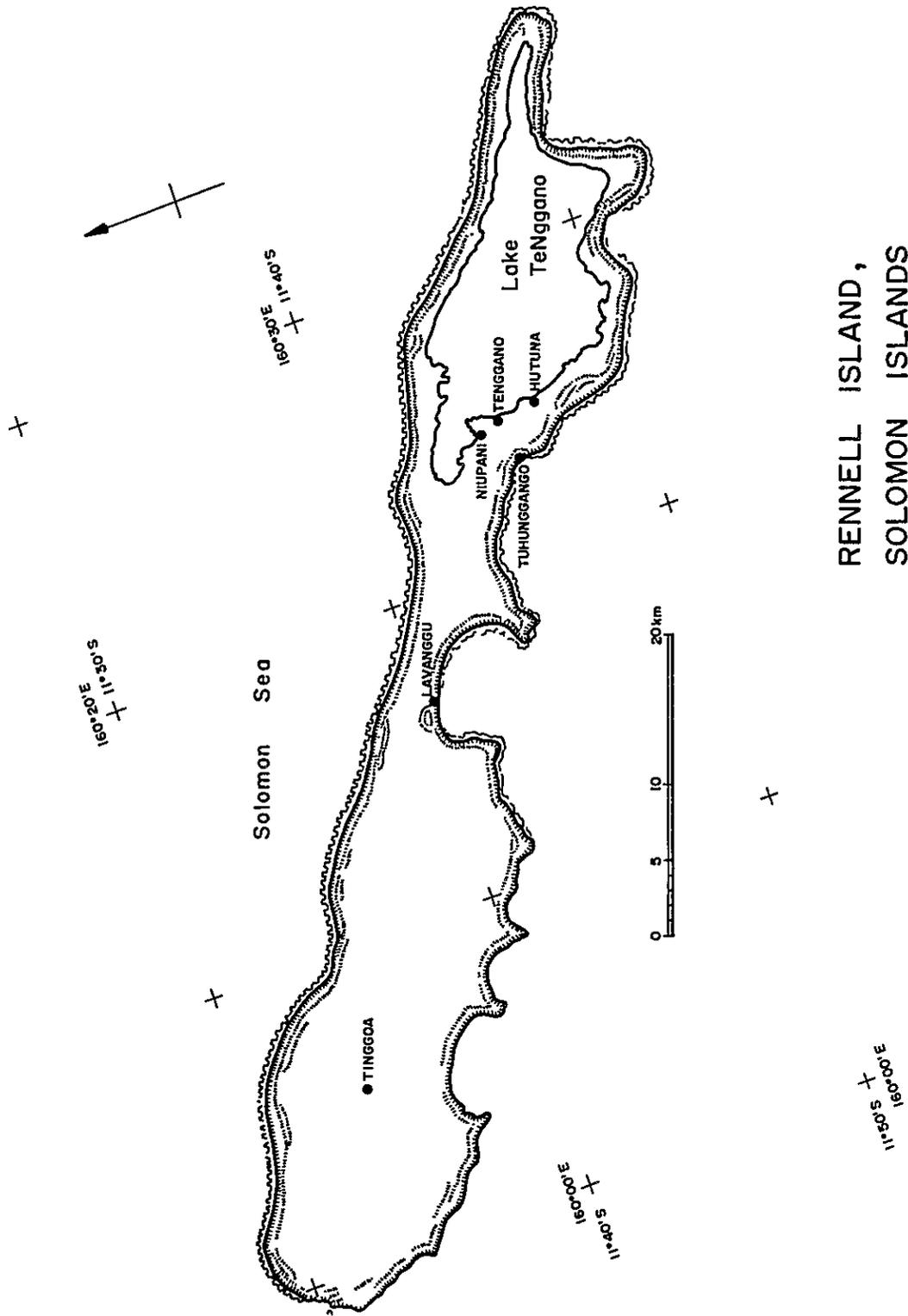
ティンゴア飛行場から、島中央部南岸のラバング (LAVANGGU) 浜までの間には道路があり、トラクターによって人員や物資の輸送が行なわれているが、自動車は無い。部落相互間の交通は、専らカヌーと徒歩による。

レンネル島とガダルカナル島との間の船便は、政府所属のビリキキ号その他によって月に 2~3 回の不定期便があるが、島内には港湾施設がないので、船が島の沖合に接近した後、沖撃を行なって、その後はカヌーによる運搬に頼っている。

レンネル島の気候は熱帯性気候に支配され、日中の気温は、一年中 30℃ 以上に達する。四季の変化に乏しく、4 月から 11 月は南東からの貿易風が卓越して、一般に乾季に相当する。12 月から 3 月は北西季節風が卓越して、一般に雨季に相当する。しかしながら、レンネル島では、乾季と雨季の区別はあまり判然としたものではないらしく、年間降雨量は、3,000~4,000 mm に達する。

レンネル島の人口は約 1,500 人で、すべてポリネシア人種である。言語はムンガバ (MUNGGAVA) 語が使われているが、若い世代の住民には、ピジン語あるいは英語が通じる。キリスト教を敬虔に信仰し、宗派は、西部では SOUTH SEA EVANGELICAL CHURCH、東部では、SEVENTH DAY ADVENTIST が多いと云われている。

島の内陸部に点在する、水の得られる洞くつの周辺に部落を形成して、タロ芋、サツマ芋、やしの実、魚を食料として生活している。一般に、積極性に乏しい気質であるが、物見高く、野蛮性は無い。老人世代には、入墨の風習があったようであるが、現代の若い世代には少ないようである。平均寿命は 50 才前後と云われる。一般の衣服をまとい、音楽好きの、おとなしい住民である。



RENNELL ISLAND,  
SOLOMON ISLANDS

## 7. 現地調査の概要

ソロモン諸島テンガノ湖ボーキサイト開発計画調査の現地調査は、ANNEX 4に示すように、調査団が1981年10月20日にホニアラに到着後、同年12月15日に至る期間に実施された。調査団のレンネル島滞在期間は、11月2日から12月7日までの36日間であった。

現地調査は、レンネル島東部に位置するテンガノ湖全域を、その調査対象とした。調査の目的は、音波探査並びに柱状採泥によって、テンガノ湖々底に賦存する堆積物及び含ボーキサイト質灰色粘土の分布状況を明らかにし、その試料を採取することにある。

調査団のベースキャンプは、テンガノ湖北西部のテンガノ部落に置いた。

実施された作業量は、音響測深・音波探査が35測線、合計169 km、柱状採泥は湖上48地点で65試料採取した。

現地調査の内容とその手順は、Table 1にその概要を示した。

調査に使用される主要資機材類は、あらかじめ東京からホニアラまで、航空便及び船便で輸送した。ホニアラでは、更に油脂類、工具類及び食料品を購入し、全資機材類をソロモン諸島政府の準備したブラワ号によって、レンネル島東部のツフンガンゴ浜に輸送した。レンネル島には港務設備が皆無であるため、ブラワ号は沖繋りとなり、全資機材類を一度カヌー（長さ6.5 m、巾1.2 m）に転積して、ツフンガンゴ浜に揚陸させた。ツフンガンゴ浜からベースキャンプのテンガノ部落までは、約4 kmであるが、重量物運搬にあまり大きな支障はないとは云え、凹凸のある急峻な山道で、地元人夫により、全資機材類は人力で運搬された。

現地調査に先立ち、調査団はテンガノ部落において、カタマラン型調査船及びバージの組立て、湖水位の変動の観測、及び使用機材の調整・繕装を実施した。

カタマラン型調査船は、ソロモン諸島政府が提供した、2隻のグラス・ファイバー製カヌーを角材・ボルトで連結して組立てられ、これに音響測深・音波探査及び測位用の機器類を設置した（Figure 1）。バージは、National Fisheries Developments Limited によって、ソラギで建造され、これを分解して、テンガノ部落まで輸送されたものであるが、テンガノ部落において再度組立てが行われた。バージは縦6.0 m×横5.5 mで、高さ0.8 mの枠を組み込み、角材とボルトで仕上げられ、浮力を得るために、バージの下部にドラム缶36コを付置した。バージには、柱状採泥用ピストン・コアラー、アルミパイプ製三角やぐら、ウィンチ、エンジン及び採泥用工具類を設置した（Figure 2）。

湖上作業に際しては、カタマラン型調査船に、35馬力船外機を付置し、約20 mの長さのロープでバージを曳航した。

湖上作業は11月13日から11月30日までの間に実施され、その内容と行程をANNEX 4に表示した。作業期間の前半に基準点測量及び音響測深・音波探査、後半に柱状採泥が実施さ

Table 1 Survey Work Progress

| ITEM  | DATE | OCTOBER |    |    | NOVEMBER |    |    | DECEMBER |    |    |
|---|------|---------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|
|   |      | 20      | 30 |    | 10       | 20 | 30 | 10       |    |    |
| Travel (TOKYO → HONIARA)  |      | ██      |    |    |          |    |    |          |    |    |
| Preparatory work in HONIARA                                     |      | ██      | ██ |    |          |    |    |          |    |    |
| Mobilization (HONIARA → RENNEL Is.)                             |      |         |    | ██ |          |    |    |          |    |    |
| Transportation of equipments and rations (TUHUNGAGO → TENGGANO) |      |         |    | ██ |          |    |    |          |    |    |
| Construction of catamaran and barge                             |      |         |    | ██ |          |    |    |          |    |    |
| Preliminary operation   |      |         |    |    | ██       |    |    |          |    |    |
| Sub-bottom profiling  |      |         |    |    | ██       | ██ | ██ |          |    |    |
| Sediments sampling  |      |         |    |    |          | ██ | ██ |          |    |    |
| Withdrawal  |      |         |    |    |          |    | ██ | ██       |    |    |
| Transportation of equipments (TENGGANO → TUHUNGAGO)             |      |         |    |    |          |    |    | ██       |    |    |
| Re-mobilization (RENELL Is. → HONIARA)                          |      |         |    |    |          |    |    |          | ██ | ██ |
| Packing of equipments and Interim Report                        |      |         |    |    |          |    |    |          | ██ | ██ |
| Travel (HONIARA → TOKYO)  |      |         |    |    |          |    |    |          |    | ██ |

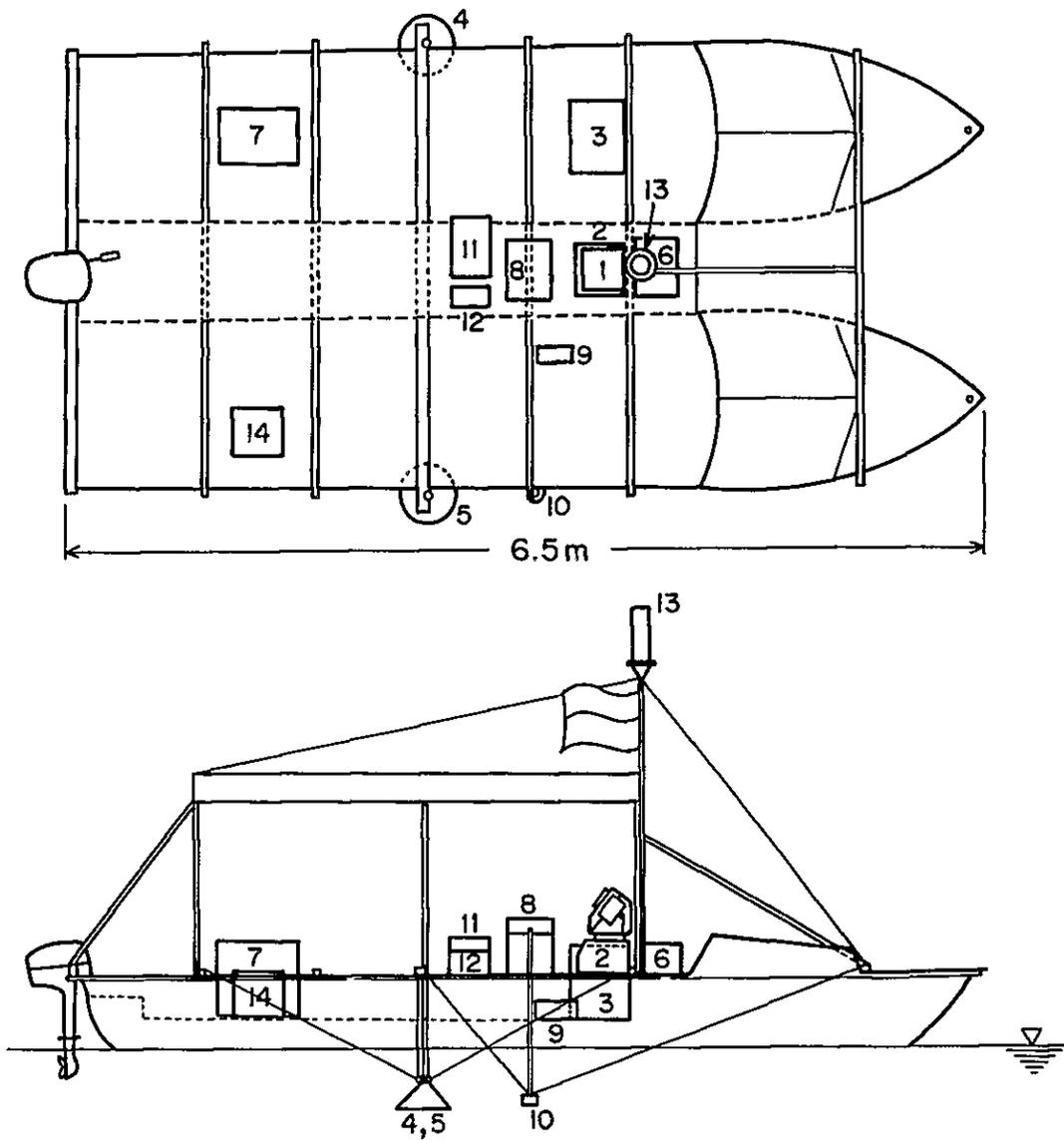


Figure 1 Catamaran

**Sub-bottom Profiler**

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Recorder             | 2. Receiver                |
| 3. Transmitter          | 4. Transmitting Transducer |
| 5. Receiving Transducer | 6. Power Supply Unit       |
| 7. Generator            |                            |

**Echo Sounder**

- |                |            |
|----------------|------------|
| 8. Recorder    | 9. Battery |
| 10. Transducer |            |

**Automatic Distance Meter**

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 11. Main Unit    | 12. Printer   |
| 13. Antenna Unit | 14. Generator |

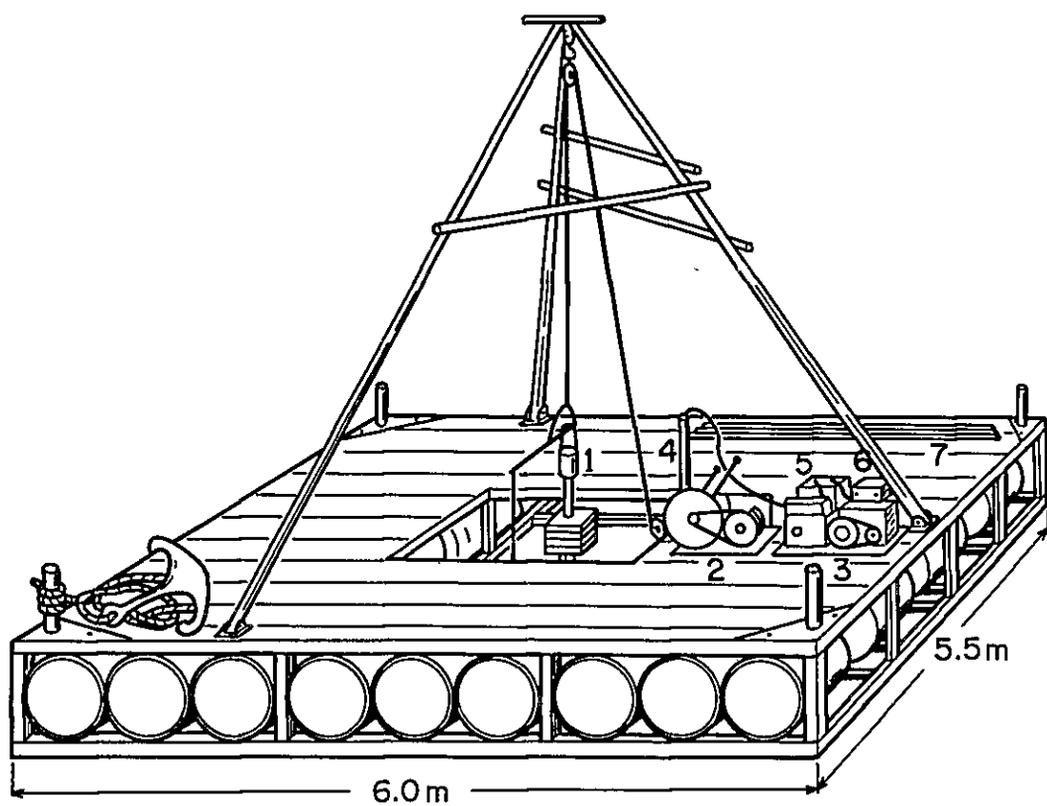


Figure 2 Barge

- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| 1. Piston Corer    | 2. Winch                      |
| 3. Engine of Winch | 4. Transducer of Echo Sounder |
| 5. Battery         | 6. Recorder of Echo Sounder   |
| 7. Inner Tubes     |                               |

れた。前半は強風の悪天候が続いたため、音響測深・音波探査は35測線-169 km実施し、当初計画量の68%に短縮せざるを得なかった。柱状採泥は湖上の48地点で65試料採取し、計画通りであった。

調査船の航跡図を Figure 4 に、柱状採泥位置を Figure 5 に示した。

現地作業終了後、調査団員と全資機材類は、往路と同じ方法で、テンガノ部落からツフンガンゴ浜に撤収し、ツフンガンゴ浜からホニアラまでは、ソロモン諸島政府の準備したトーマス E号で輸送された。

ホニアラに帰着後、1981年12月11日に、日本調査団は、在ソロモン諸島日本大使館・黒沢茂臨時代理大使に随行して、ソロモン諸島政府に対し、本調査現地調査の中間報告を行ない、「中間報告書」を提出した。

返送資機材類は、再び梱包して日本へ返送した。

現地調査に使用した主要な機器は、電波測位機、音響測深機、音波探査機、柱状採泥器、光波測距機、経緯機、トランシーバー、発電機その他の付属工具類で、その性能その他を Table 2 に表示した。

Table 2 Specifications of Major Equipments

| Specifications           |  |  |
|--------------------------|--|--|
| Automatic Distance Meter | Maker<br>Type<br>Max. measurable distance<br>Measurement distribution error<br>Measurement tolerance<br>Carrier frequency<br>Antenna output power<br>Antenna directivity $\left\{ \begin{array}{l} \text{M.S.} \\ \text{S.S.} \end{array} \right.$<br>Measurement rate | Shimada Rika Kogyo Co., Ltd.<br>AUDISTER 9D010<br>20km<br>$\pm 1\text{m}$<br>0.1m<br>8.5 ~ 9.3 GHz<br>0.3W<br>Horizontal: 360°, Vertical: 15°<br>Horizontal: 30°, Vertical: 15°<br>Once/sec. |
| Echo Sounder             | Maker<br>Type<br>Range<br>Accuracy<br>Chart<br>Chart speed<br>Frequency<br>Beam width  | Rasa Denshi Co., Ltd.<br>RS-61<br>0 ~ 61m<br>$\pm 3\text{cm} \pm \text{water depth} \times 1/1000$<br>Dry paper, Width. 130mm<br>60 mm/min.<br>200 kHz<br>About 3°                           |
| Sub-bottom profiler      | Maker<br>Type<br>Range<br>Chart<br>Chart speed<br>Frequency<br>Beam width<br>Oscillation   | Kaijyo Denki Co., Ltd.<br>SP<br>0 ~ 50m<br>Dry paper, Width: 150mm<br>40mm/min.<br>8 kHz<br>About 30°<br>180/min.  |
| Piston Corer             | Type<br>Length of core barrel<br>Diameter of inner-tube<br>Weight<br>Lifting   | KOKUSAI<br>2m<br>Outside: 65mm, Inside: 59mm<br>Max. 100 kg<br>Electric winch  |
| Distance Meter           | Maker<br>Type<br>Max measurable distance<br>Accuracy   | HEWLETT PACKARD<br>HP Model 3800B<br>3 km<br>$\pm(5\text{mm} + 7\text{mm per km})$   |
| Theodolite               | Maker<br>Type<br>Accuracy  | Tamaya Co., Ltd.<br>TM-10C<br>10"  |
| Theodolite               | Maker<br>Type<br>Accuracy  | Nihon Kogaku Co., Ltd.<br>NT-2<br>20"  |
| Walkie Talkie            | Maker<br>Type<br>Channel   | SONY<br>SONY ICB-680<br>8  |

## 8. 現地調査の方法

ソロモン諸島テンガノ湖開発計画調査の現地調査の方法は、大別して準備作業と湖上作業の二つに分けられる。

### 8-1 準備作業

#### a. レンネル島東部地形図作成

現地調査の開始に先立ち、調査団は日本において、テンガノ湖を包含するレンネル島東部地形図を作成した。

これは、湖上作業を遂行する上で、調査船の船位決定の役割を果たす陸上基準点を、ある一定以上の基準精度で図上に求めるために必要であった。又、これは湖上作業を安全かつ能率的に進める上で有用であった。

本地形図は、ソロモン諸島政府の提供による密着航空写真をもとに作成され、その縮尺は約1：25,000のものを作成した。縮尺は、現地調査実施中に、正確に修正された。

#### b. 基準点測量

湖上作業中の調査船の船位を決定するために、陸上に基準点を設置しておく必要がある。本調査の実施にあたっては、テンガノ湖地域内の陸上に、A点、B点、C点、D点、E点の5つの陸上基準点を設置し、これを基準として船位が決定された。

A点、B点、C点、D点の4点は、現地調査の開始に先立ち、ソロモン諸島政府によって、それぞれのUTM座標が求められた。日本調査団は、現地到着後、作業能率の促進を目的に、E点を増設し、これの測量を実施した。

A点、B点、C点、D点の座標値をTable 3に、E点の測距・測角結果及びその座標値をTable 3及びTable 4に、その相互位置をFigure 3及びFigure 5その他に図示した。

#### c. 湖水位の観測

湖上作業の開始に先立ち、テンガノ湖々水位の変動を3日間観測したが、変動はないものと判断された。

観測結果をTable 5に表示した。

#### d. 艀装

湖上作業に先立って、テンガノ部落において組立てられたカタマラン型調査船及びバージに、作業に必要な艀装を実施した。

カタマラン型調査船には、測位、音響測深・音波探査に必要な資機材類を搭載した。動力として、35馬力船外機を船尾に装備した。その状況をFigure 1に示した。

バージには、柱状採泥器、ウィンチ、エンジンその他採泥作業に必要な機器・工具類を搭載した。作業中は、バージ中央部の開口部に音響測深機を合わせて付置し、水中におけ

Table 3 Co-ordinates Value of Control Points

| Control point | North in metres | East in metres |
|---------------|-----------------|----------------|
| A             | 8,701,307.57    | 656,251.50     |
| B             | 8,692,424.72    | 664,900.12     |
| C             | 8,697,765.56    | 667,452.26     |
| D             | 8,695,333.79    | 672,953.69     |
| E             | 8,703,282.15    | 663,101.31     |

Table 4 Result of Measurement at Point A  
Distance is shown in metres

|   | Time              | Distance between A and C | Distance between A and E |
|---|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| Result  | 12.09.42          | 11760.6                  | 07136.7                  |
|   | 12.09.22          | 11760.4                  | 07136.7                  |
|   | 12.09.02          | 11760.5                  | 07136.7                  |
|   | 12.08.42          | 11760.6                  | 07136.2                  |
|   | 12.08.22          | 11760.6                  | 07136.8                  |
|   | 12.08.02          | 11760.4                  | 07136.9                  |
|   | 12.07.42          | 11760.4                  | 07136.7                  |
|   | 12.07.22          | 11760.4                  | 07135.9                  |
|   | 12.07.02          | 11760.6                  | 07136.7                  |
|   | 12.06.42          | 11760.4                  | 07136.7                  |
|   | 12.06.22          | 11760.4                  | 07136.8                  |
|   | 12.06.02          | 11760.3                  | 07136.5                  |
|   | 12.05.42          | 11760.3                  | 07136.9                  |
|   | 12.05.22          | 11760.6                  | 07136.6                  |
|   | 12.05.02          | 11760.7                  | 07136.7                  |
|   | <b>Mean Value</b> | 11,760.5                 | 7,136.6                  |
| Measured Angle between C and E<br>33° 37' 45" |                   |                          |                          |

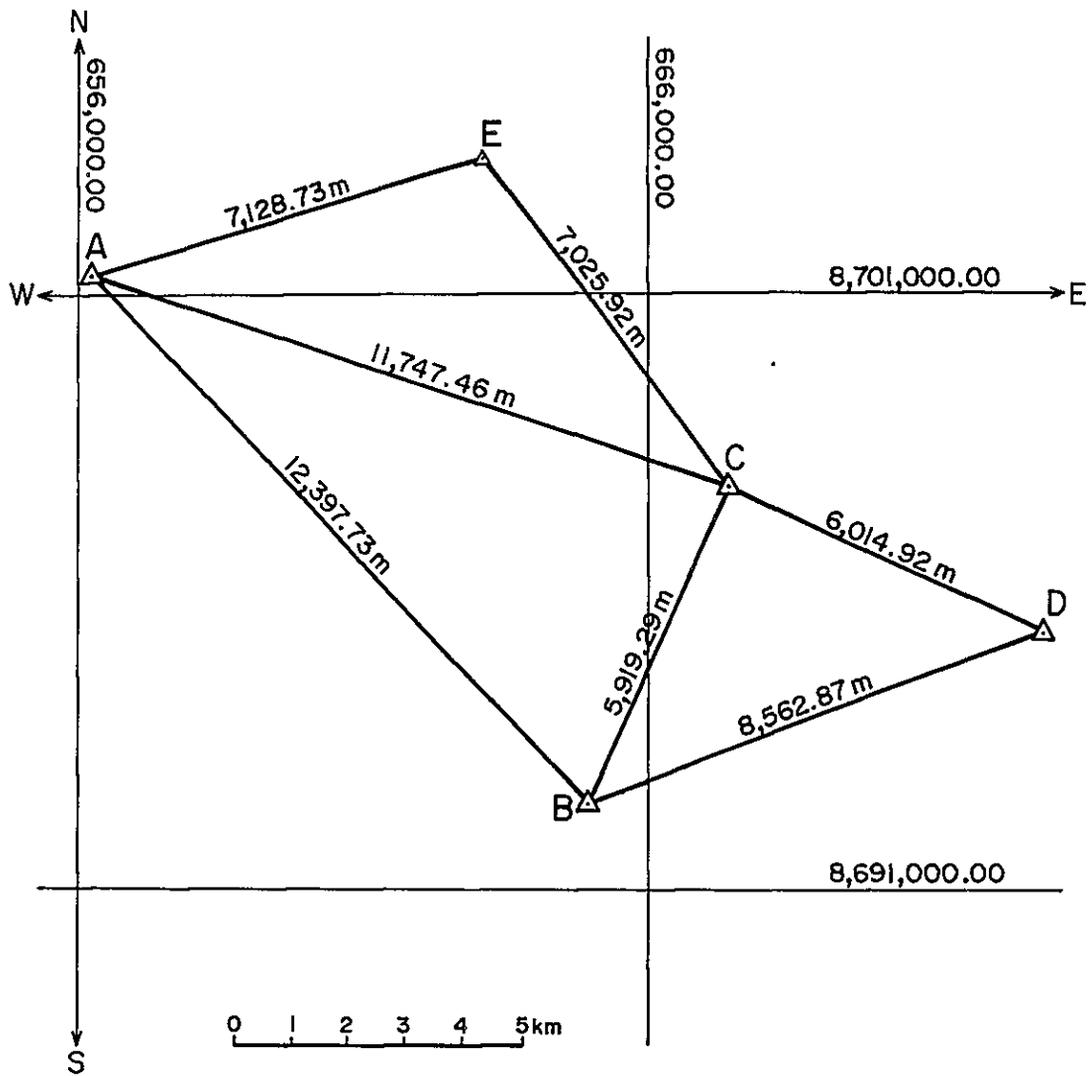


Figure 3 Interrelation of five Control Points A, B, C, D and E

Table 5 Fluctuation of lake water level, Lake TeNggano

Figures show the water level difference from the Datum Level in centimetre every one hour.

| Date<br>Time hours | Nov. 7      | Nov. 13     | Nov. 14     |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| 7                  |             | Datum Level |             |
| 8                  | Datum Level | 0.0         | Datum Level |
| 9                  | 0.0         | 0.0         | -0.5        |
| 10                 | +0.25       | 0.0         | -0.5        |
| 11                 | 0.0         | 0.0         | -0.5        |
| 12                 | +0.5        | 0.0         | -0.5        |
| 13                 | 0.0         | 0.0         | -0.5        |
| 14                 | +0.5        | 0.0         | -0.5        |
| 15                 | 0.0         | 0.0         | -0.5        |
| 16                 | +0.75       | 0.0         | +0.5        |
| 17                 | 0.0         | 0.0         | +0.5        |
| 18                 | +0.75       | 0.0         | +0.5        |

る採泥器の挙動と湖底地形を監視した。

## 8-2 湖上作業

### a. 調査船の船位の決定

調査船の船位の決定には、電波測位機あるいは直線誘導法を用いた。テンガノ湖北西端湾入部やフトウナ部落前面沿岸では、水深が浅く、悪天候の際に、天然物標を利用した六分儀による三点両角法を用いた。

電波測位は、主局を調査船上におき、従局には、上述の陸上基準点A点、B点、C点、D点、E点の5点の中から、船位決定にとって適当な2点を選定して使用した。

直線誘導法には、陸上基準点の2点にそれぞれ経緯儀を設置し、調査船を誘導しながら船位の決定を行なった。音声連絡はトランシーバーによった。

測線ごとに使用された基準点については、Table 6 に示した。

### b. 音響測深

本現地調査にはRS-61型音響測深機を使用した。使用周波数は200 kHzで、自動車用蓄電池を電源とした。Figure 4には、音響測深・音波探査のための、調査船の航跡並びに測線配置を示し、各測線の概要をTable 6 に示した。

35測線、合計169 kmの測定が実施された。

### c. 音波探査

本現地調査にはSP型地層探査機を使用した。使用周波数は8 kHzで、1.2 kVA 発電機を電源とした。SP型地層探査機は、磁歪式で、本調査では軽量の送受波器を備えた特別仕様とした。

音波探査は、音響測深と同時に、平行して実施することを原則としたが、一部の測線については天候障害あるいは、水深の浅い区域内で、音響測深機のみで作業を実施した。これはテンガノ湖々底堆積物の層厚が一般に数m以下で、堆積物内部での音波エネルギーの減衰が非常に小さい性質を有するため、周波数の高い音響測深機のみによっても、基盤石灰岩の上面深度を知る上に、支障のない区域が広がったことによる(ANNEX1参照)。

### d. 柱状採泥

柱状採泥作業は、音響測深並びに音波探査の結果、必要と思われる湖上の地点で実施された。

柱状採泥は、Figure 5 に示したように、テンガノ湖々上の48地点で、65試料を採取した。

柱状採泥器はバージ上に搭載され、採泥器は付置された重さ60kgのウェイトによって自然落下して、堆積物中に貫入する。インナーチューブ中に採取された柱状採泥は、キャッチャーの作動によって、不攪乱のまま、三角やぐらの下の滑車に通じるワイヤーが、ウィンチで巻き上げられることによって回収される。

Table 6 Survey Traverses

Δ : by Acoustic Profiler only

| Date    | Line Number | Slave Station |    | Direction | Fixed Point Number | Time hours    | Distance in km |  |
|---------|-------------|---------------|----|-----------|--------------------|---------------|----------------|--|
|         |             | R1            | R2 |           |                    |               |                |  |
| Nov. 13 | L-13.1      | C             | D  | —         | 1-16               | 15:20 – 15:50 | 3.1            |  |
| Nov. 14 | L-14.1      | C             | D  | —         | 1-50               | 9:58 – 11:36  | 7.2            |  |
| do.     | L-14.2      | C             | D  | —         | 51-90              | 12:24 – 13:42 | 6.3            |  |
| do.     | L-14.3      | C             | D  | —         | 91-114             | 13:57 – 14:43 | 4.7            |  |

| Date    | Line Number | Leading Station | Positioning Station | Direction | Fixed Point Number | Time Hours    | Distance in km |   |
|---------|-------------|-----------------|---------------------|-----------|--------------------|---------------|----------------|---|
| Nov. 15 | L-15.1      | —               | —                   | C → A     | 1-31               | 9:50 – 10:50  | 11.5           |   |
| do.     | L-15.2      | E               | A                   | A286°-15' | 1-50               | 15:13 – 16:30 | 11.1           | Δ |
| Nov. 16 | L-16.1      | C               | E                   | A342°-30' | 1-41               | 9:20 – 10:36  | 9.2            |   |
| do.     | L-16.2      | C               | E                   | A312°-30' | 1-42               | 10:50 – 11:48 | 9.4            |   |
| do.     | L-16.3      | C               | E                   | A324°-00' | 43-59              | 13:00 – 13:47 | 3.0            |   |
| do.     | L-16.4      | C               | E                   | A333°-00' | 60-82              | 14:00 – 14:40 | 3.5            |   |
| do.     | L-16.5      | C               | E                   | A351°-30' | 83-131             | 15:02 – 15:37 | 5.1            |   |
| do.     | L-16.6      | C               | E                   | A7°-00'   | 132-162            | 15:50 – 16:37 | 3.9            |   |
| Nov. 17 | L-17.1      | B               | C                   | C334°-40' | 1-46               | 9:30 – 11:18  | 8.1            |   |
| do.     | L-17.2      | B               | C                   | C64°-45'  | 47-76              | 11:30 – 12:28 | 6.0            |   |
| do.     | L-17.3      | B               | C                   | C75°-00'  | 77-97              | 13:50 – 14:50 | 5.3            |   |
| do.     | L-17.4      | B               | C                   | C82°-00'  | 98-120             | 15:30 – 16:35 | 5.2            |   |
| do.     | L-17.5      | B               | C                   | C94°-00'  | 121-133            | 16:47 – 17:20 | 3.5            |   |
| Nov. 18 | L-18.1      | —               | —                   | B → C     | 1-25               | 13:35 – 14:23 | 5.7            | Δ |

Table 6 – cont'd.

\*: by Echo-Sounder only

| Date    | Line Number | Leading Station | Positioning Station | Direction  | Fixed Point Number | Time hours    | Distance in km |   |
|---------|-------------|-----------------|---------------------|------------|--------------------|---------------|----------------|---|
| Nov. 19 | L-19.1      | B               | D                   | C 10°-00'  | 1-8                | 11:45 – 12:07 | 1.2            |   |
| do.     | L-19.2      | B               | D                   | C 22°-00'  | 9-19               | 12:15 – 12:58 | 1.5            |   |
| do.     | L-19.3      | B               | D                   | C 30°-50'  | 20-33              | 13:20 – 14:02 | 1.6            |   |
| do.     | L-19.4      | –               | –                   | D → Tingoa | 1-21               | 15:20 – 16:50 | 6.5            | Δ |
| Nov. 22 | L-22.1      | –               | –                   | –          | 1-15               | 8:13 – 8:40   | 2.9            | * |
| do.     | L-22.2      | –               | –                   | –          | 16-24              | 8:43 – 9:00   | 2.0            | * |
| do.     | L-22.3      | –               | –                   | –          | 25-29              | 9:03 – 9:10   | 1.0            | * |
| do.     | L-22.4      | –               | –                   | –          | 30-42              | 9:26 – 9:50   | 2.8            | * |
| do.     | L-22.5      | –               | –                   | –          | 43-50              | 10:32 – 10:45 | 1.7            | * |
| do.     | L-22.6      | –               | –                   | –          | 51-61              | 10:55 – 11:15 | 2.3            | * |
| do.     | L-22.7      | –               | –                   | –          | 62-72              | 11:17 – 11:35 | 2.3            | * |
| do.     | L-22.8      | –               | –                   | –          | 73-80              | 14:22 – 14:50 | 1.3            | * |
| do.     | L-22.9      | –               | –                   | –          | 81-92              | 15:55 – 16:17 | 3.0            | * |
| Nov. 30 | L-30.1      | E               | C                   | A → E      | 1-30               | 10:07 – 10:58 | 6.8            | * |
| do.     | L-30.2      | E               | C                   | A 335°-00' | 31-74              | 11:00 – 11:45 | 7.1            | * |
| do.     | L-30.3      | E               | C                   | A 309°-00' | 75-139             | 13:03 – 13:56 | 8.6            | * |
| do.     | L-30.4      | E               | C                   | A 16°-00'  | 140-158            | 15:00 – 15:40 | 4.6            | * |

本現地調査では、採泥器の長さは、三角やぐらとバージの大きさに制限されて、2 mのものを使用した。インナーチューブは、アクリル樹脂製の長さ2 m、外径65mm、内径59mmのものを使用した。

本作業の対象は、含水率の高い、軟弱なジェリー質堆積物を主とし、粘着性に乏しいため、その柱状採取率を向上せしめる目的で、ピストン・コアリングを実施した。しかしながら、堆積物の上層部分を除外して、更に下部に採泥器を貫入せしめる必要がある場合には、ピストンを使用しなかった。

柱状採泥に当っては、採泥器の水中における挙動や湖底地形を監視する目的で、バージ中央部の開口部に、音響測深機を付置した。

湖岸に近く、水深の浅い、バージによる進入が不可能な水域では、調査員が潜水した後、長さ1 mのアクリル樹脂製チューブを、直接堆積物中及び粘土中に突き刺して、試料採取した。

採取された試料は、塩化ビニール製の桶の上に押し出し、スケッチおよび写真撮影を行ない、しかる後に試料容器中に収納した。

## 9. 現地調査の結果と国内解析

ソロモン諸島テンガノ湖ボーサイト開発計画調査の現地調査を終了して、調査団は、現地調査によって得られた音響測深記録、音波探査記録及び柱状採泥試料を日本に持ち帰り、引続き国内解析並びに柱状採泥試料の化学分析・X線粉末回析試験を実施した。

### 9-1 音響測深の結果と解析

一般に、現地で得られた音響測深記録について、潮位変化、吃水、音速等に対する補正をおこなって、水深測定結果を求めるが、本調査については、8-1のc項で述べたように、湖水位の変動が認められなかったので、潮位補正を行なう必要がない。

吃水補正は、音響測深機の送受波器と湖水面との間の距離を補正するものであるが、補正值は50cm又は40cmであった。

音速補正は、水温、塩分濃度、水圧等によって、音波の伝播速度が異なるために補正するもので、本調査に際しては、バー・チェック法によった。バー・チェックは、バーを水深28mまで降下せしめて実施した。これにより、バー・チェック補正グラフを作成して、補正值を求めた。

Figure 6には、音響測深の原記録に、上述の吃水補正と音速補正を行ない、その補正值を航跡図上に作図して水深図を作成し、更にこれに基づいて作図された湖底地形図を示した。

Figure 7の湖底断面図に示されたように、テンガノ湖々底は、堆積物の分布する区域では、湖底は殆んど平坦であるが、基盤石灰岩が直接湖水下に露出する区域では、著しく起伏に富む。

Figure 6及びFigure 7を総合すると、テンガノ湖々底の地形には、次のような特徴が認められる。

- a. 水深30mの等深線で囲まれる区域は、テンガノ湖の東半部分に偏在しており、この区域の最も深い水深は31mである。
- b. 水深20m～25m以深の区域は、湖底が概して平坦であるが、それ以浅の区域は、起伏に富んでいる。前者は堆積物分布域に、又、後者は基盤石灰岩が湖水下に直接露出する区域に対応する。
- c. テンガノ湖の沿岸部は一般に湖底地形が複雑である。また大局的には、北東縁部分の深まりの傾斜は、南西縁部分のそれよりも大きい。
- d. テンガノ湖北西端の湾入部分は、大部分が水深5m以下で、水深5m～10mの巾のせまい深みが、北側に偏在して認められる。

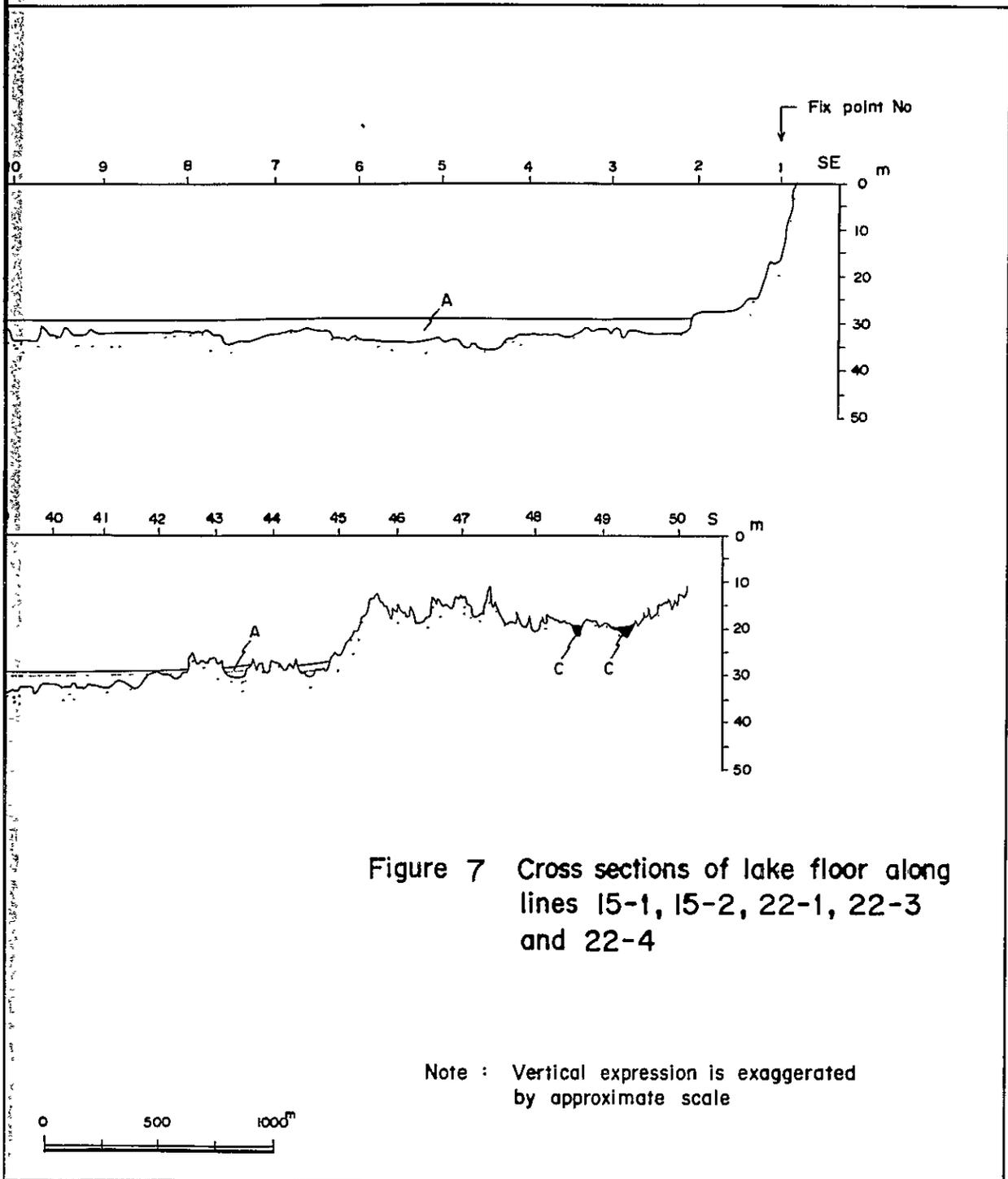
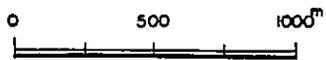
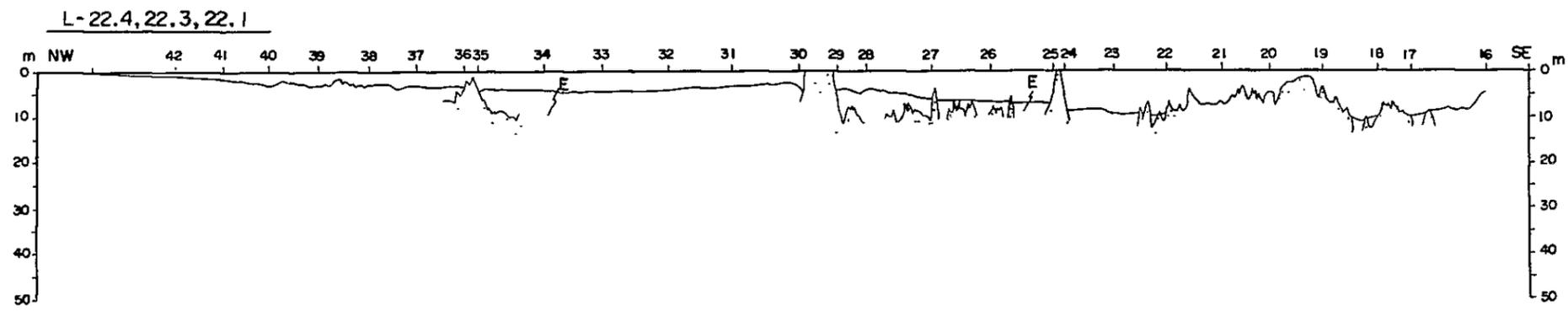
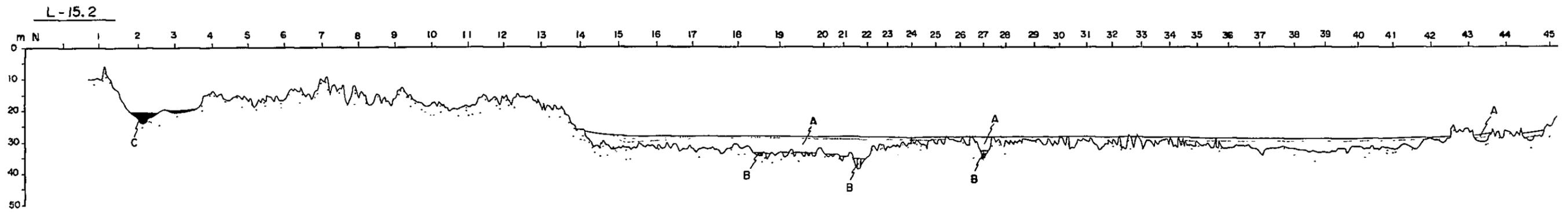
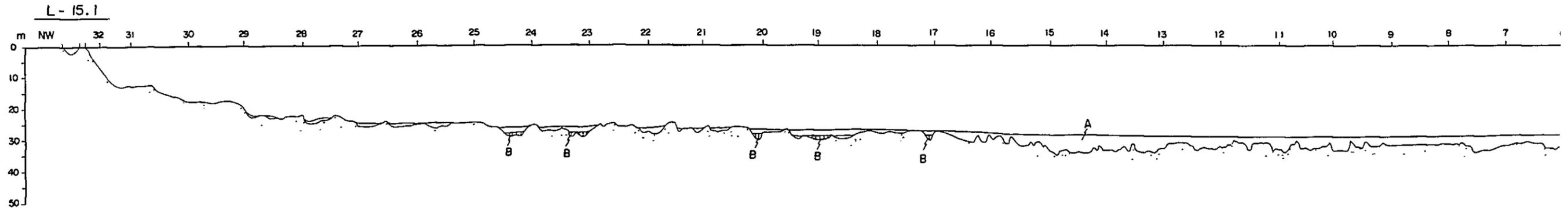


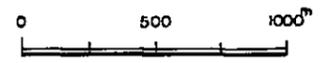
Figure 7 Cross sections of lake floor along lines 15-1, 15-2, 22-1, 22-3 and 22-4

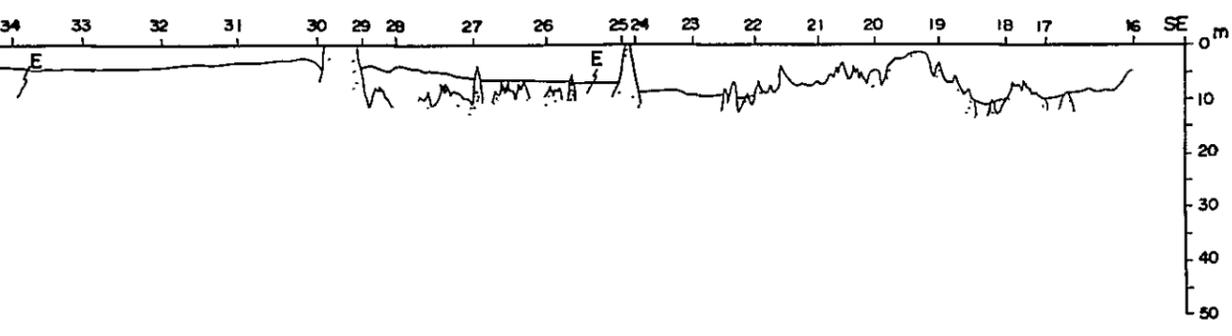
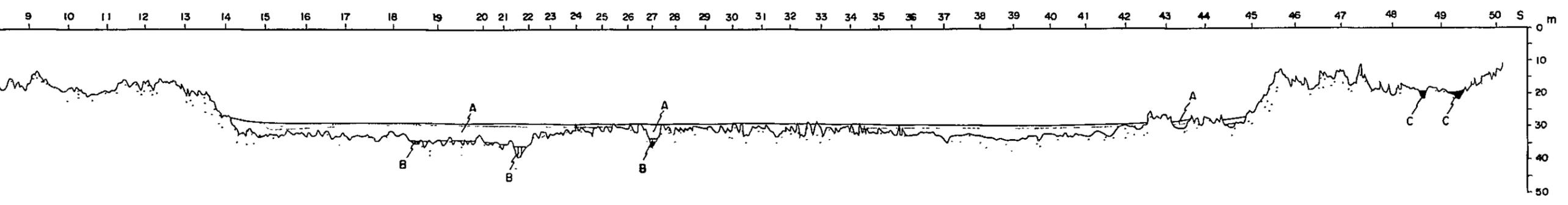
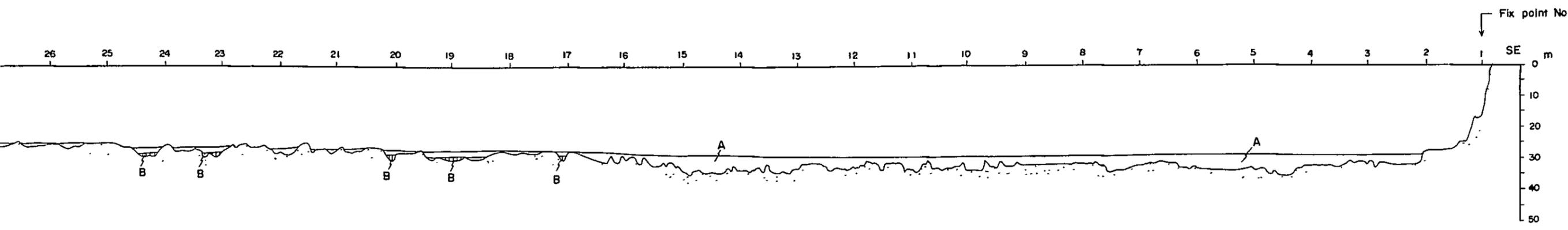
Note : Vertical expression is exaggerated by approximate scale





-  Sediment E
-  C
-  A
-  B
-  Limestone





-  Sediment E
-  C
-  A
-  B
-  Limestone

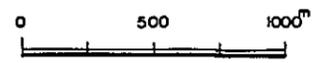


Figure 7 Cross sections of lake floor along lines 15-1, 15-2, 22-1, 22-3 and 22-4

Note : Vertical expression is exaggerated by approximate scale



## 9-2 音波探査並びに柱状採泥結果と解析

### a. 妨害波の影響の除去

音波探査記録には、音波反射の特性が記録紙上の色調や模様の特徴として表現されているが、その中には地層や堆積物そのものの性質の差異に起因しない、いわゆる妨害波が含まれている。音波探査記録の解析には、原記録から妨害波の影響を除去する必要がある。

妨害波として、一般に次のようなものがある。

多重反射：多重反射は、湖底や堆積物の境界面で反射された音波の中で、直接受波器に入らなかったものが、2回以上反射面間を往復した後で受波器に入ることによって生ずる。記録紙上には、1次反射と同じ記録が、1次反射面深度の2倍乃至3倍の深さの位置に、何重に重なって描き出される。反射の次数が大きくなる程、記録は漸次不鮮明になる。

散乱：ある物体に音波があたった時、その物体が2次的音源となって、音波が再び四方に拡がる現象である。湖底面や堆積面が起伏に富む場合には散乱が起り、地形の凸部は誇張されて実際よりも拡がり、反対に凹部は実際よりも浅くなって記録される。堆積物中に礫、貝殻あるいはガス気泡が含有されるような場合、これらが散乱源となり、甚だし場合には、それより下位の堆積物に関するデータが遮蔽されてしまうこともある。

側反射：送波器から発せられる音波の指向性が十分でない場合、周辺に突出している構造物や地形からの反射波が受波器に入るために生ずる反射で、記録紙上には写真の二重撮影のようなパターンが現われる。

本調査の音波探査実施区域においては、堆積物の基盤が石灰岩で、その上面は起伏に富んでいるため、堆積物と石灰岩との境界が散乱によって不明瞭になる部分が認められた。又、ANNEX 1に見られるように、堆積盆周辺の基盤の高まりによって、側反射が堆積物中に腕をふせたような影となって出現することも認められた。顕著な散乱は数か所で認められたが、散乱源が堆積物の表面に存在する場合と、堆積物中に存在する場合とがある。本調査では、柱状採泥の結果、散乱源は植物片と考えられる。

### b. 堆積物の区分

本調査の音波探査区域では、反射強度の大きな相違から、下位の基盤岩と、上位の堆積物とに二分される。

基盤岩は、その上面が起伏に富み、内部で音波エネルギーの減衰が著しいため、音波探査記録は濃い色調を示し、湖岸の石灰岩へ連続する。このため湖底の基盤岩が石灰岩であることは容易に推察される。

堆積物は、その上面は一般に平坦で、内部における音波エネルギーの減衰が小さい。しかしながら、色調の差が認められること、ANNEX 1に示されているように、分布深度に差があることから、テングノ湖々底堆積物は、A層/B層、C層、D層及びE層の5層—4層準に区分される。

Figure 8 , Schematic Profile of the lake sediments には、その分布及び分布深度を模式的に図示した。

A 層：本層は、テンガノ湖々底中央部に広く分布する。その上面深度は一般に $-28\text{ m}$ ～ $-30\text{ m}$ で、湖の東部では $-31\text{ m}$ に達するが、湖の西部では $-22\text{ m}$ まで浅くなっている。音波反射パターンは全体として極めて透明で、均質かつ軟弱な物質からなることが予想された。部分的に内部反射面が認められることがある。

本層の層厚は一般に $5\text{ m}$ ～ $6\text{ m}$ と考えられ、最大 $8\text{ m}$ に達する。

なお、本層上面から更に約 $2\text{ m}$ 上位に、本層上面に平行な反射面が認められる場合が多い。しかしながら、この反射面は場所によって不明瞭になったり、消失したりすること、測深記録では ANNEX 1 に見られるように浮遊物の集合と思われる反射パターンを示すこと等の理由により、細かい浮遊性物質による反射であろうと推定し、堆積物としては取り扱わなかった。

柱状採泥の結果では、本層は主として灰緑色ゼリー、灰褐色ゼリーからなる。一般に微小な植物片（葉、繊維）を含有することがあるが、時に均質である。

本層は柱状採泥 23/1、23/2、23/3、24/2 等で認められた。採泥柱状図を ANNEX 2 に示した。

Table 7 および Table 8 に示したように、本層のゼリーは、原試料で $90\%$ ～ $92\%$ のモイスターを含有し、極めて湿潤な物質である。 $80^{\circ}\text{C}$ ～ $40$ 時間乾燥後では、 $4.5\%$ ～ $8\%$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含有するが、その起源の鉱物はギブサイトである。アンケライト、方解石を含み、少量の黄鉄鉱を随伴する。

B 層：本層は、A 層の分布域内で基盤石灰岩の凹部に、A 層に被覆されて分布する。従って、本層の上面深度は A 層のそれよりも深く、 $-28\text{ m}$ ～ $-34\text{ m}$ である。

音波反射パターンは半透明乃至不透明なので、A 層とは容易に識別される。しかしながら、本層の上面あるいは内部での散乱が著しい場合には、本層と基盤岩との境界が不明瞭となる。

本層の層厚は一般に $1\text{ m}$ ～ $3\text{ m}$ 、最大 $4\text{ m}$ である。

柱状採泥の結果では、本層は主としてゼリー質褐色泥状を呈し、しばしば植物片を含有することが多く、音波反射の内部反射の原因になっているものと考えられる。本層は柱状採泥 24/3 の下部、28/4 の下部等で認められた。

本層のゼリー質泥は、原試料で $85\%$ ～ $87\%$ のモイスターを含有し、極めて湿潤な物質である。 $80^{\circ}\text{C}$ ～ $40$ 時間乾燥後では、約 $5.6\%$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含有するが、その起源の鉱物はギブサイトで、A 層と同一である。アンケライト、方解石を含み、少量の黄鉄鉱を随伴する点も、A 層と同一である。

C 層：本層は、その上面深度が $-18\text{ m}$ ～ $-22\text{ m}$ に分布し、比較的水深の浅い区域に

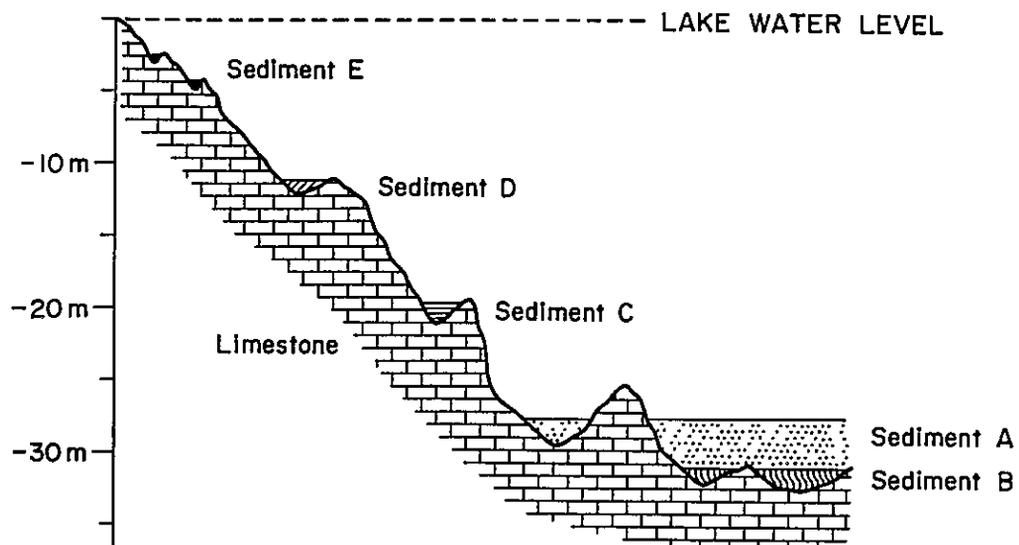


Figure 8 Schematic Profile of the lake sediments,  
Lake TeNggano

Table 7 Chemical analyses of lake sediments, Lake TeNggano

| Horizon and material                         | A - jelly  |       |       |       |       | B - mud |       | C - clay |       | C - jelly | C - mud | D - jelly |
|--|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|----------|-------|-----------|---------|-----------|
|  | 23/3   | 24/3A | 25/1  | 27/5  | 28/4A | 24/3B   | 28/4B | 26/5B    | 27/4B | 27/6      | 28/1    | 27/3      |
| Sample number                                | 23/3   | 24/3A | 25/1  | 27/5  | 28/4A | 24/3B   | 28/4B | 26/5B    | 27/4B | 27/6      | 28/1    | 27/3      |
| Thickness of sampling in metre               | 2.0  | 0.5   | 2.0   | 2.0   | 1.0   | 1.5     | 0.5   | 0.3      | 0.15  | 2.0       | 2.0     | 0.8       |
| Moisture %                                   | 89.80  | 90.68 | 91.10 | 91.58 | 91.79 | 86.62   | 85.11 | 72.81    | 66.42 | 91.04     | 91.27   | 93.14     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %             | 7.10   | 5.98  | 4.42  | 4.74  | 8.16  | 5.60    | 5.67  | 29.84    | 20.12 | 7.88      | 5.98    | 6.85      |
| SiO <sub>2</sub> %                           | 0.18   | 0.15  | 1.59  | 0.70  | 0.09  | 0.12    | 0.07  | 0.23     | 0.28  | 0.22      | 0.32    | 0.20      |
| TiO <sub>2</sub> %                           | 0.62   | 0.26  | 0.26  | 0.27  | 0.38  | 0.27    | 0.20  | 1.32     | 0.97  | 0.34      | 0.20    | 0.32      |
| Total Fe as Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % | 2.60   | 2.60  | 2.00  | 1.90  | 2.70  | 2.50    | 2.40  | 10.78    | 10.38 | 3.29      | 1.70    | 2.20      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %              | 0.57   | 0.50  | 0.50  | 0.50  | 0.55  | 0.25    | 0.27  | 1.35     | 3.78  | 0.64      | 0.46    | 0.57      |
| Loss by ignition %                           | 80.38  | 72.13 | 79.78 | 81.95 | 64.34 | 55.66   | 58.12 | 43.88    | 39.67 | 60.87     | 62.02   | 66.74     |
| Total %                                      | 91.45  | 81.62 | 88.55 | 90.06 | 76.22 | 64.40   | 66.73 | 87.40    | 75.20 | 73.24     | 70.68   | 76.88     |
| Remarks                                      | Abbreviations of "Horizon and material"<br>A: Sediment A<br>B: Sediment B<br>C: Sediment C<br>D: Sediment D<br>E: Sediment E |       |       |       |       |         |       |          |       |           |         |           |
|  | Moisture: Weight loss after drying 80°C for forty hours.<br>Loss by: Weight loss after ignition 1,150°C for one hour.        |       |       |       |       |         |       |          |       |           |         |           |

Table 7 – Cont'd. -2

| Horizon and material   | D - clay |       | E - clay |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  | Remarks |
|--|----------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|---------|
|  | 28/2B    | 28/2C | 25/7A    | 25/7B | 26/1  | 29/1A | 29/1B | 29/1C | 29/3A | 29/3B | 29/3C | 29/6A | 29/6B |  |  |  |         |
| Sample number  |          |       |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |         |
| Thickness of sampling in metre   | 0.25     | 0.30  | 0.20     | 0.25  | 0.35  | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.20  | 0.30  | 0.30  | 0.20  | 0.30  |  |  |  |         |
| Moisture %   | 51.88    | 46.97 | 36.16    | 35.01 | 36.24 | 41.43 | 32.92 | 34.44 | 50.13 | 36.03 | 32.54 | 40.44 | 41.33 |  |  |  |         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %   | 35.20    | 39.56 | 46.10    | 40.50 | 45.54 | 42.05 | 43.36 | 45.10 | 42.74 | 46.07 | 45.14 | 45.23 | 42.92 |  |  |  |         |
| SiO <sub>2</sub> %   | 0.40     | 0.54  | 0.20     | 0.15  | 0.13  | 0.26  | 0.21  | 0.20  | 0.19  | 0.16  | 0.14  | 0.24  | 0.21  |  |  |  |         |
| TiO <sub>2</sub> %   | 1.32     | 1.38  | 1.80     | 1.75  | 1.83  | 1.73  | 1.60  | 1.77  | 1.73  | 1.72  | 1.77  | 1.75  | 1.85  |  |  |  |         |
| Total Fe as Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %   | 13.97    | 15.37 | 17.56    | 18.58 | 16.37 | 17.77 | 17.87 | 14.61 | 15.87 | 12.63 | 14.43 | 15.47 | 15.50 |  |  |  |         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %  | 3.37     | 3.00  | 3.57     | 3.62  | 3.57  | 0.69  | 0.57  | 0.69  | 1.23  | 1.05  | 0.87  | 0.44  | 0.48  |  |  |  |         |
| Loss by ignition %   | 36.54    | 34.69 | 24.37    | 25.80 | 29.62 | 35.25 | 35.48 | 34.73 | 35.38 | 35.73 | 35.41 | 36.76 | 36.13 |  |  |  |         |
| Total %  | 90.80    | 94.54 | 93.60    | 90.40 | 97.06 | 97.75 | 99.09 | 97.10 | 97.14 | 97.36 | 97.76 | 99.89 | 97.09 |  |  |  |         |
| SOUTHERN HUTUNA clay<br>TINGOA clay<br>NIUPANI clay<br>NIUPANI clay<br>NIUPANI clay<br>NORTHERN NIUPANI clay |          |       |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |         |

Table 7-- Cont'd. - 3

| Horizon and material                         | E - clay   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | E - aragonite sand |       |  |  |  |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--|--|--|
|  | 30/1   | 30/2  | 30/3  | 30/4  | 30/5  | 30/6  | 30/7  | 30/8  | 29/4A | 29/4B | 29/5A              | 29/5B |  |  |  |
| Sample number                                | 30/1   | 30/2  | 30/3  | 30/4  | 30/5  | 30/6  | 30/7  | 30/8  | 29/4A | 29/4B | 29/5A              | 29/5B |  |  |  |
| Thickness of sampling in metre               | 0.20   | 0.20  | 0.40  | 0.50  | 0.20  | 0.20  | 0.50  | 0.40  | 0.60  | 0.50  | 0.25               | 0.85  |  |  |  |
| Moisture %                                   | 36.52  | 35.15 | 36.59 | 36.99 | 67.12 | 42.54 | 50.64 | 58.67 | 51.85 | 79.02 | 72.90              | 80.60 |  |  |  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %             | 49.86  | 46.05 | 41.67 | 40.11 | 37.91 | 43.24 | 47.10 | 34.89 | 0.03  | 0.13  | 0.10               | 0.16  |  |  |  |
| SiO <sub>2</sub> %                           | 0.18   | 0.20  | 0.18  | 0.21  | 0.15  | 0.16  | 0.09  | 0.13  | 0.11  | 0.06  | 0.04               | 0.08  |  |  |  |
| TiO <sub>2</sub> %                           | 1.57   | 1.68  | 1.73  | 1.82  | 1.67  | 1.80  | 1.58  | 1.63  | tr.   | tr.   | tr                 | 0.23  |  |  |  |
| Total Fe as Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % | 11.34  | 14.11 | 18.39 | 19.79 | 15.60 | 16.00 | 13.57 | 15.77 | tr    | 0.04  | 0.04               | 0.06  |  |  |  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %              | 0.48   | 0.46  | 0.64  | 0.64  | 0.41  | 0.55  | 1.08  | 1.42  | 0.02  | 0.07  | 0.05               | 0.08  |  |  |  |
| Loss by ignition %                           | 35.45  | 35.24 | 34.39 | 33.94 | 42.99 | 34.69 | 34.71 | 36.84 | 42.10 | 48.98 | 48.90              | 49.38 |  |  |  |
| Total %                                      | 98.88  | 97.74 | 97.00 | 96.51 | 98.73 | 96.44 | 98.13 | 90.68 | 42.26 | 49.28 | 49.13              | 49.99 |  |  |  |
| Remarks                                      | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>S.D.A. SCHOOL BAY clay</span> <span>HUTUNA clay</span> </div> |       |       |       |       |       |       |       |       |       | tr.: trace         |       |  |  |  |

Table 8 Mineral assemblage of lake sediments by X-ray power diffraction, Lake TeNeggano

| Horizon and material | A - jelly  |       |       |      |       |       | B - mud |       | C - clay |       | C - jelly | C - mud | D - jelly | D - clay |       |       | E - clay |       |       |       |       |       |
|----------------------|--|-------|-------|------|-------|-------|---------|-------|----------|-------|-----------|---------|-----------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 23/3   |       | 24/3A |      | 25/1  | 27/5  | 28/4A   | 24/3B | 28/4B    | 26/5B | 27/4B     | 27/6    | 28/1      | 27/3     | 28/2B | 28/2C | 25/7A    | 25/7B | 26/1  | 29/1A | 29/1B | 29/1C |
|                      | 23/3   | 24/3A | 25/1  | 27/5 | 28/4A | 24/3B | 28/4B   | 26/5B | 27/4B    | 27/6  | 28/1      | 27/3    | 28/2B     | 28/2C    | 25/7A | 25/7B | 26/1     | 29/1A | 29/1B | 29/1C |       |       |
| Boehmite             | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Gibbsite             | ○  | ○     | ○     | △    | ○     | △     | ○       | ○     | ◎        | ○     | △         | △       | ○         | ○        | ○     | ○     | ○        | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     |
| Anatase              | -  | -     | -     | -    | -     | -     | *       | *     | *        | -     | -         | -       | *         | *        | *     | *     | *        | *     | *     | *     | *     | *     |
| Ankerite             | △  | ○     | ○     | ○    | ○     | ○     | ◎       | ◎     | ◎        | ◎     | ◎         | ◎       | ◎         | ◎        | ◎     | ◎     | ◎        | ◎     | ◎     | ◎     | ◎     | ◎     |
| Aragonite            | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Calcite              | △  | ○     | △     | △    | ◎     | ◎     | -       | ○     | △        | △     | △         | △       | △         | △        | △     | △     | △        | △     | △     | △     | △     | △     |
| Crandallite          | -  | -     | -     | -    | -     | -     | △       | △     | △        | △     | △         | △       | △         | △        | △     | △     | △        | △     | △     | △     | △     | △     |
| Geothite             | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Gypsum               | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Halite               | ◎  | ◎     | ◎     | ◎    | ◎     | ◎     | △       | ○     | ○        | △     | ◎         | ◎       | △         | △        | *     | *     | ○        | *     | *     | *     | *     | *     |
| Marcasite            | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Pyrite               | △  | △     | △     | △    | △     | △     | △       | ○     | ○        | ○     | △         | △       | ◎         | ◎        | ◎     | ◎     | ◎        | ◎     | ◎     | ◎     | ◎     | ◎     |
| Rhodochrosite        | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Siderite             | -  | -     | -     | -    | -     | -     | -       | -     | -        | -     | -         | -       | -         | -        | -     | -     | -        | -     | -     | -     | -     | -     |
| Remarks              | Abbreviations of "Horizon and material": A Sediment A, B: Sediment B, C: Sediment C, D: Sediment D, E: Sediment E<br>◎ Abundant, ○ Medial, △ Modicum, * Inferred, - Absent |       |       |      |       |       |         |       |          |       |           |         |           |          |       |       |          |       |       |       |       |       |

Table 8 - Cont'd.

| Horizon and material | E - clay  |       |       |                       |       |                     |      |             |      |      |      |      |      |       | E - aragonite sand |       |       |       |       |       |
|----------------------|---|-------|-------|-----------------------|-------|---------------------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      | NIUPANI clay  |       |       | NORTHERN NIUPANI clay |       | SDA SCHOOL BAY clay |      | HUTUNA clay |      | 30/6 |      |      | 30/7 |       | 30/8               |       | 29/4A | 29/4B | 29/5A | 29/5B |
|                      | 29/3A   | 29/3B | 29/3C | 29/6A                 | 29/6B | 30/1                | 30/2 | 30/3        | 30/4 | 30/5 | 30/6 | 30/7 | 30/8 | 29/4A | 29/4B              | 29/5A | 29/5B |       |       |       |
| Boehmite             | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Gibbsite             | ⊙   | ⊙     | ⊙     | ⊙                     | ⊙     | ⊙                   | ⊙    | ⊙           | ⊙    | ⊙    | ⊙    | ⊙    | ⊙    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Anatase              | *   | Δ     | Δ     | Δ                     | Δ     | Δ                   | Δ    | Δ           | Δ    | Δ    | Δ    | Δ    | Δ    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Ankerite             | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Aragonite            | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | ⊙     | ⊙                  | ⊙     | ⊙     | -     | -     | -     |
| Calcite              | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | ○    | Δ    | Δ    | Δ    | -     | Δ                  | *     | Δ     | -     | -     | Δ     |
| Crandallite          | Δ   | Δ     | *     | -                     | -     | -                   | -    | *           | *    | -    | -    | Δ    | Δ    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Goethite             | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Gypsum               | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Halite               | *   | *     | *     | -                     | Δ     | *                   | *    | -           | *    | *    | -    | *    | *    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Marcasite            | Δ   | -     | Δ     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | Δ    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Pyrite               | ○   | ○     | ○     | ⊙                     | ⊙     | ○                   | ○    | ○           | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Rhodochroicite       | -   | -     | -     | -                     | -     | -                   | -    | -           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Siderite             | -   | -     | -     | -                     | -     | Δ                   | ○    | ○           | ○    | -    | -    | -    | -    | -     | -                  | -     | -     | -     | -     | -     |
| Remarks              | Abbreviations of "Horizon and Material"; A: Sediment A, B: Sediment B, C: Sediment C, D: Sediment D, E: Sediment E<br>⊙ Abundant, ○ Medial, Δ Modicum, * Inferred, - Absent |       |       |                       |       |                     |      |             |      |      |      |      |      |       |                    |       |       |       |       |       |

認められ、基盤石灰岩を直接被覆する。本層はA層/B層とは側方的に不連続である。本層の層厚は一般に2 m以下である。

音波反射パターンは多くの場合B層のそれと類似しているが、時にA層のそれに類似する。

柱状採泥の結果では、本層は主として灰緑色～灰褐色ジェリー及びジェリー質泥状堆積物からなり、多量の植物片を含有することが多い。本層は、柱状採泥26/5、27/4、27/6、28/1等によって認められた。更に26/5下部及び27/4下部において、厚さ0.15 m～0.30 m以上のポーキサイト質灰色～黄褐色粘土が認められた。本層のジェリー及びジェリー質泥状堆積物は、原試料で約91%のモイスターを含有し、極めて湿潤な物質である。80℃-40時間乾燥後では、6%～8%の $Al_2O_3$ を含有するが、その起源の鉱物はギブサイトである。アンケライト及び方解石を主成分とし、少量の黄鉄鉱を随伴する。26/5下部及び27/4下部の粘土は、ギブサイトが主成分で、アンケライト、方解石、クランダライト、鋭錐石、黄鉄鉱、白鉄鉱を伴う。26/5下部の粘土はゲーサイトを伴う。本粘土は、テンガノ湖地域に産する他のポーキサイト質粘土と比較して、磷の含有量がやゝ高く、 $P_2O_5$  1.35%～3.78%である。磷の起源の鉱物はクランダライトである。本粘土の80℃-40時間乾燥後の $Al_2O_3$ 品位その他は次の通りである。

| 柱状採泥<br>番号 | 厚さ (m) | $Al_2O_3$ (%) | 上盤堆積物<br>/ 下盤   |
|------------|--------|---------------|-----------------|
| 26/5 下部    | 0.30以上 | 29.84         | 灰緑色ジェリー<br>/ 不明 |
| 27/4 下部    | 0.15以上 | 20.12         | 黄褐色ジェリー<br>/ 不明 |

$SiO_2$  は 0.23%～0.28%、 $TiO_2$  は 0.97%～1.32% で低い。

D 層：本層は、その上面深度が-8 m～-15 mに分布し、C層よりも更に水深の浅い区域に、基盤石灰岩を直接被覆する。本層はA層/B層及びC層とは側方的には不連続である。

本層の層厚は一般に2 m以下である。

音波反射パターンはB層のそれに類似し、散乱の著しい部分がしばしば認められる特徴がある。

柱状採泥の結果では、本層は主としてジェリー質軟質褐色泥状堆積物で、多量の木片、植物繊維片を含有し、音波反射の散乱の原因になっているものと考えられる。本層は柱状採泥27/3及び28/2によって認められたが、28/2下部では、水深-11.15 m～-11.70 m間に、厚さ0.55 mの、粘着性の強いポーキサイト質粘土を認め、「SOUTHERN HUTUNA 粘土」とした。

本層のジェリー質褐色泥状堆積物は、原試料で93%のモイスターを含有し、極めて湿潤な物質である。80℃-40時間乾燥後では6.85%の $Al_2O_3$ を含有するが、その起源の鉱物はギブサイトである。アンクライト及び方解石を主成分とし、少量の黄鉄鉱を随伴する。

「SOUTHERN HUTUNA 粘土」はギブサイトが主成分で、アンクライト、クランダライト、鋭錐石、黄鉄鉱、白鉄鉱を随伴する。本粘土の80℃-40時間乾燥後の $Al_2O_3$ 品位その他は次の通りである。

| 産地              | 柱状採泥番号   | 厚さ (m) | $Al_2O_3$ (%) | 上盤堆積物 / 下盤   |
|-----------------|----------|--------|---------------|--------------|
| SOUTHERN HUTUNA | 28 / 2下部 | 0.55   | 37.58         | ジェリー質泥 / 石灰岩 |

$SiO_2$  は 0.48%、 $TiO_2$  は 1.35%、 $P_2O_5$  3.17%である。燐の含有量のやゝ高いのが特徴的である。

- E 層：本層はテンガノ湖々岸に接近し、水深の非常に浅い、限られた区域に分布し、その上面深度は-2 m~-11 mで、D層よりも更に水深の浅い区域に、基盤石灰岩を直接被覆する。

本層は、水深の浅い区域に分布するため、部分的な測深記録のみが得られた。従って、その音波反射パターンを他層のそれと比較することは困難であるが、測深記録の得られたテンガノ湖北西端、テバイタへ付近の湾入部のE層の上面は、多くのゆるい起伏が認められる。本層の層厚については十分明らかではないが、5 m前後に達する部分がある。

テンガノ湖地域内に知られている既知のボーキサイト質粘土の大部分は、E層中の水深-2 m~-5 m範囲に認められる。柱状採泥並びに潜水調査の結果、本層は主として灰緑色~赤褐色ジェリー、褐色泥状堆積物からなり、テンガノ湖北西端、テバイタへ付近の湾入部の奥には、特徴的に、クリーム白色~薄桃色~褐色の砂状霰石堆積物が極めて明瞭に認められる。

ボーキサイト質灰色粘土は、パッチ状にE層中に認められ、一般に、灰緑色~赤褐色ジェリーに被覆されるが、被覆層を欠いて、直接湖水に接する場合もある。又、その下盤側は、基盤石灰岩に直接接する場合もあり、あるいは褐色泥状堆積物に接する場合もある。粘性が著しい。ボーキサイト質灰色粘土の採泥柱状図をANNEX 2、化学分析値をTable 7、鉱物組成をTable 8に示したが、本調査によって認められた、テンガノ湖地域内のE層中に賦存するボーキサイト灰色粘土の $Al_2O_3$ 品位その他は次の通りである。 $Al_2O_3$ 品位は、原試料を80℃-40時間乾燥後の値である。

| 産地            | 名称                      | 柱状採泥<br>番号 | 厚さ (m) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 上盤堆積物<br>/下盤   |
|---------------|-------------------------|------------|--------|------------------------------------|----------------|
| テンガノ湖<br>東端   | TINGOA                  | 25/7 上部    | 0.45   | 42.99                              | なし<br>/灰褐色泥    |
| 同上            | 同上                      | 26/1       | 0.35   | 45.54                              | なし<br>/石灰岩     |
| テンガノ湖<br>南岸沿い | S.D.A.<br>SCHOOL<br>BAY | 30/1       | 0.20   | 49.86                              | 緑色ジェリー<br>/石灰岩 |
| 同上            | 同上                      | 30/2       | 0.20以上 | 46.05                              | 緑色ジェリー<br>/不明  |
| 同上            | HUTUNA                  | 30/3       | 0.40   | 41.67                              | 緑色ジェリー<br>/褐色泥 |
| 同上            | 同上                      | 30/4       | 0.50   | 40.11                              | 緑色ジェリー<br>/褐色泥 |
| 同上            | -                       | 30/5       | 0.20   | 37.91                              | 緑色ジェリー<br>/石灰岩 |
| 同上            | -                       | 30/6       | 0.20   | 43.24                              | なし<br>/褐色泥     |
| 同上            | NIUPANI                 | 29/1       | 1.20以上 | 43.50                              | 赤褐色ジェリー<br>/不明 |
| 同上            | 同上                      | 29/3       | 0.80   | 44.89                              | 赤色ジェリー<br>/石灰岩 |
| テンガノ湖<br>北岸沿い | NORTHERN<br>NIUPANI     | 29/6       | 0.50   | 43.84                              | なし<br>/石灰岩     |
| 同上            | -                       | 30/7       | 0.50以上 | 47.10                              | 緑色ジェリー<br>/不明  |
| 同上            | -                       | 30/8       | 0.40以上 | 34.89                              | 緑色ジェリー<br>/不明  |

Table 7 に示したように、採取されたボーキサイト質粘土の原試料は、33%~41%のモイスター（付着湿分）を含有し、モイスターを80℃~40時間乾燥によって除去した後で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品位は一般に43%~46%、最高49.86%、最低34.89%である。

SiO<sub>2</sub>含有は0.09%~0.26%、TiO<sub>2</sub>含有は1.57%~1.85%で、何れも低い。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有も一般に0.46%~1.42%であるが、TINGOA粘土は3.60%を示し、他の産地のものよりも高い。鉄については、トータル鉄をFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で12%~18%含有される。

Table 8 に示したように、ボーキサイト質灰色粘土のアルミニウム鉱物はギブサイトで、TINGOA粘土はギブサイトとペーサイトからなる。チタンは鋭錐石、磷はクランダライトとして含有される。シリカを含有する鉱物は明瞭に検出されなかった。

普遍的に黄鉄鉱が含有され、稀に白鉄鉱が認められる。S.D.A.SCHOOL BAY 粘土及びHUTUNA粘土には菱鉄鉱が認められた。30/8粘土には石こう、30/7粘土にはゲーサイトが認められた。又、TINGOA粘土には菱マンガン鉱が認められた。

NIUPANI 粘土にも、これの存在が予想される。柱状採泥30/5、30/6、30/8による粘土には、方解石が認められる。

上述のボーキサイト質灰色粘土は、水深-2m~-4mの深度に、基盤石灰岩の小ポケット状ドリーネを充填して、パッチ状に分布・産出する。これらの産地の中で、平面的拡がりが比較的広いものは、柱状採泥29/1及び29/3で認められたNIUPANI 粘土である。29/1と29/3との距離は約150mであるが、両者の側方連続状態は、粘土が赤褐色ジェリーによって被覆されているので、明らかでない。これらから約350m離れた柱状採泥29/2では、粘土は認められなかった。

HUTUNA 粘土、S.D.A.SCHOOL BAY粘土その他の産地では、粘土は基盤石灰岩の小ポケット状ドリーネを充填して、パッチ状に分布・産出する。ポケット状ドリーネの直径は、0.2m~0.4m程度の大きさで、粘土によって充填されたドリーネの平面的拡がり30m×30m以下程度と考えられる。

#### c. 堆積物の上面深度

堆積物各層の堆積機構や堆積後の変位を考察する材料として、Figure 9 の、堆積物上面等深度線図を作成した。この図から知られる各層の分布の特徴は次の通りである。

- A 層：A層の上面は、広い範囲にわたって極めて平坦であるが、分布域の縁辺では、ひきずり上げられたように、上面深度が次第に浅くなっている。上面深度は-28m~-30mの区域が最も広く、最深部分は、テンガノ湖東部で-31m、北縁部で-26m、南縁部で-22mとなっている。
- C 層：テンガノ湖南東隅水域、北縁の基準点E付近に分布しているが、その分布域は小規模で、その上面は水平に近く、深度は-18m~-22mである。
- D 層：フトウナ南方沿岸、基準点E付近からテンガノ湖北西端湾入部入口にかけての水域に分布する。  
これらの分布は、C層と同様に小規模で、かつ上面は水平に近く、深度は-8m~-15mである。
- E 層：湖岸に接近した、水深の浅い区域に、限られた分布を示す。テンガノ湖北西端湾入部奥では、霰石の砂状堆積物の上面に、ゆるい起伏が多く見られる。この部分では、テバイタヘヤニウパニ付近で、南西から北東に向かって舌状に堆積したような形態を示すことがある。  
これ以外の灰緑色ジェリーや褐色泥状堆積物の上面は水平であろうと推定される。全体として、上面深度は-2m~-11mである。

#### d. 基盤石灰岩の上面深度

堆積盆の分布形態を明らかにする目的で、Figure 10 の、基盤石灰岩上面等深度線図を作成した。

基盤石灰岩上面は、極めて複雑な地形を示す。本調査で実施した測線密度はやゝ薄い、等深線の表現には、出来る限り正確を期した。

基盤石灰岩上面の地形の特徴は次の通りである。

- i) 全体的に、水深が $-25\text{m}$ ～ $-30\text{m}$ より深い区域では、その上面の傾斜は比較的ゆるく、これより浅い区域では傾斜がより大きい。
- ii) 水深が $-5\text{m}$ ～ $-10\text{m}$ 、 $-15\text{m}$ ～ $-20\text{m}$ 、 $-20\text{m}$ ～ $-25\text{m}$ 付近の区域では、上面傾斜が大きくなる傾向が随所に見られる。
- iii) 基盤岩上面深度が最も深い部分は $-39\text{m}$ である。

#### e. 堆積物の層厚分布

堆積物の堆積形態を明らかにする目的で、Figure 11 の堆積物等層厚線図を作成した。

堆積物の層厚分布は、本調査の測定結果からみて、平均的な状況が表現されれば十分であると考えられるので、湖底地形図と基盤上面等深度線を合成することによって作成し、コンター間隔は $2\text{m}$ とした。

Figure 11 から判明する堆積物の層厚分布の特徴は、次の通りである。

- i) テンガノ湖中央部では、堆積物が基盤石灰岩を広く被覆して分布し、その上面は殆んど水平に近いので、堆積物の層厚は、基盤岩上面の形態に直接支配されている。即ち、基盤岩上面深度の深い部分は、層厚が厚く、最大で $8\text{m}$ に達している。
- ii) 基盤石灰岩が直接テンガノ湖々底に露出する区域は、テンガノ湖全面積の約35%である。
- iii) テンガノ湖北西端湾入部は、基盤上面が十分に把握されなかったため、等層厚線の作図を省略せざるを得なかった。しかしながら、湾入部とテンガノ湖中央部との間には、基盤岩が広く露出して、両堆積区を隔離している。
- iv) C層、D層、E層は、全体的に基盤岩が広く分布する区域内に、小規模・パッチ状に分布している。本調査による測線が設定されなかった区域にも、類似の小規模な堆積物が分布することが予想される。

## 10. 調査の結論と評価

ソロモン諸島テンガノ湖ポーキサイト開発計画調査の現地調査並びに国内解析作業を実施した結果、テンガノ湖々底に賦存する堆積物並びにポーキサイト質灰色粘土について、次のように結論・評価される。

10-1 テンガノ湖々底堆積物は、その分布の上面深度から、次の5層-4層準に分類される。

|       |    |             |
|-------|----|-------------|
| A層/B層 | 水深 | -28m~-34m付近 |
| C層    | 水深 | -18m~-22m付近 |
| D層    | 水深 | -8m~-15m付近  |
| E層    | 水深 | -2m~-11m付近  |

10-2 上記の堆積物の中、本調査の結果、C層、D層及びE層中に、ポーキサイト質灰色粘土が認められた。A層/B層層準には、未だ粘土は認められていない。

10-3 確認されたポーキサイト質灰色粘土は、大部分がE層中に賦存し、水深-2m~-5mの、限られた狭い範囲内に分布する。

10-4 本地域内のポーキサイト質灰色粘土は、粘性が強い。これは基盤石灰岩上面の、小ポケット状ドリーネを充填してパッチ状に分布する。ポケット状ドリーネの直径は0.2m~0.4m程度で、粘土によって充填されたドリーネの平面的拡がりは、一般に、30m×30m以下程度と判断される。

しかしながら、テンガノ湖北西ニウバニ部落付近のNIUPANI粘土は、ある程度の平面的拡がりが予想される。これは、柱状採泥29/1及び29/3で認められたもので、29/1と29/3との距離は約150mである。粘土の賦存深度は、水深-2.8m~-3.7m、厚さは0.8m~1.2m以上である。

29/1と29/3との間の側方連続状態は、粘土が赤褐色ジェリーによって被覆されているため、明らかでない。又29/1と29/3のそれぞれから、約350m離れた柱状採泥29/2では、粘土は認められなかった。

10-5 E層中に賦存するポーキサイト質灰色粘土は、ジェリー層に被覆される場合と、直接湖水面下に露出する場合とがある。又、その下部は基盤の石灰岩層に直接接する場合と、更にジェリー層を被覆する場合とがあり、複雑な産状を示す。

10-6 ポーキサイト質灰色粘土の原試料は、一般に33%~41%のモイスター（付着水分）を含有し、時に60%以上に達する。モイスターを80℃-40時間乾燥した後、 $Al_2O_3$ 品位は一般に43%~46%、最高49.86%、最低20.12%である。E層中の粘土は $Al_2O_3$ 品位が高く、D層中のものは、これに次ぎ、C層中のものは、その品位が低くなる傾向がある。一般に、 $SiO_2$ 品位は0.30%以下、 $TiO_2$ 品位は1.85%以下で何れも低い。 $P_2O_5$ 品位は、一般に0.46%~1.42%であるが、時に3.8%程度に達することもある。トータル鉄を $Fe_2O_3$ 換算で示した場合、その品位は12%~18%である。

10-7 ポーキサイト質灰色粘土のアルミニウム鉱物は、ギブサイトで、テンガノ湖東端のTINGOA粘土は、ギブサイトの外にペーサイトを随伴する。チタンは銳錐石、磷はクランダライトとして含有される。鉄は普遍的に黄鉄鉱として含有されるが、稀に白鉄鉱及び菱鉄鉱が認められる。

この外、菱マンガン鉱、方解石、アンケライト、石こう、ゲーサイトが稀に認められる。シリカを含有する鉱物は、明瞭には検出されなかった。

10-8 A層/B層、C層、D層の主体は、灰緑色ゼリー、植物片を含有する泥状あるいはゼリー質泥状堆積物で、一般に90%前後のモイスターを含有する。モイスター除去後で、一般に上記の堆積物は、5%~8%の $Al_2O_3$ を含有するが、その起源はギブサイトであって、ゼリー質及び泥状堆積物中に、ギブサイトが拡散して稀釈分布しているものと考えられる。ギブサイトの他には、主成分のアンケライト及び方解石が認められる。

10-9 テンガノ湖々底堆積物に伴うポーキサイト質灰色粘土は、金属鉱業として大規模乃至中規模の商業生産稼行を考慮するには、量・質共に不十分なポーキサイトであろうと判断され、現時点では、ローカル消費の窯業原料、教材用粘土等としての利用が考えられる。



# ANNEX 1



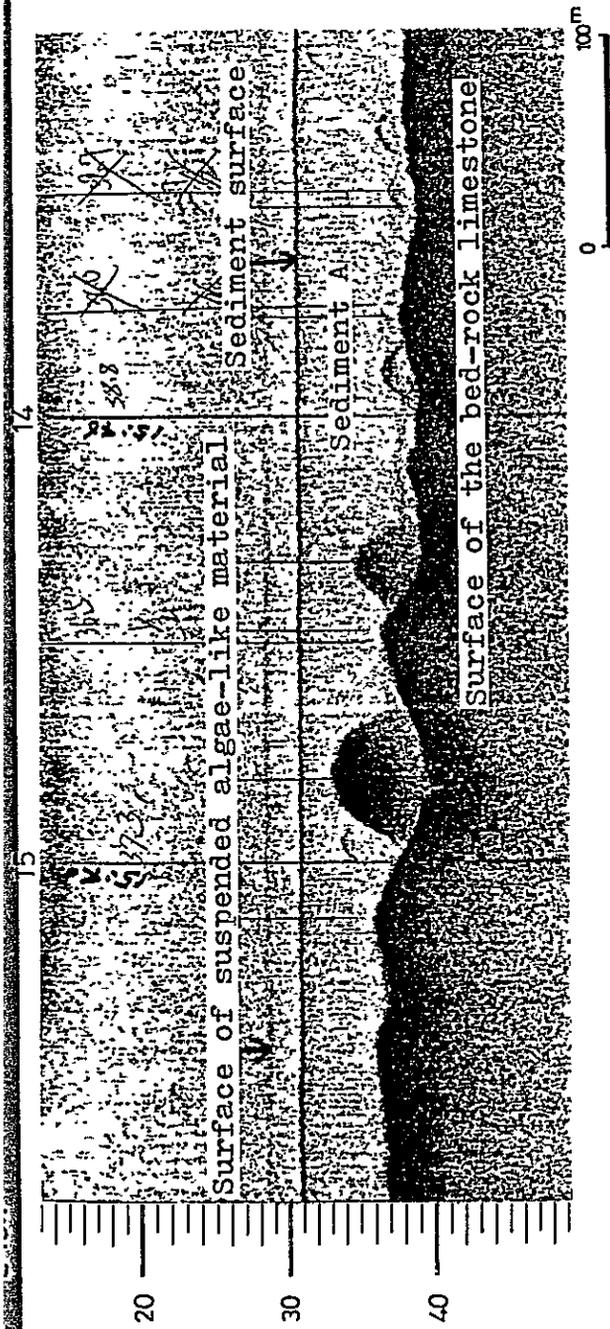
ANNEX 1

RECORDS BY ACOUSTIC PROFILING AND ECHO-SOUNDING,

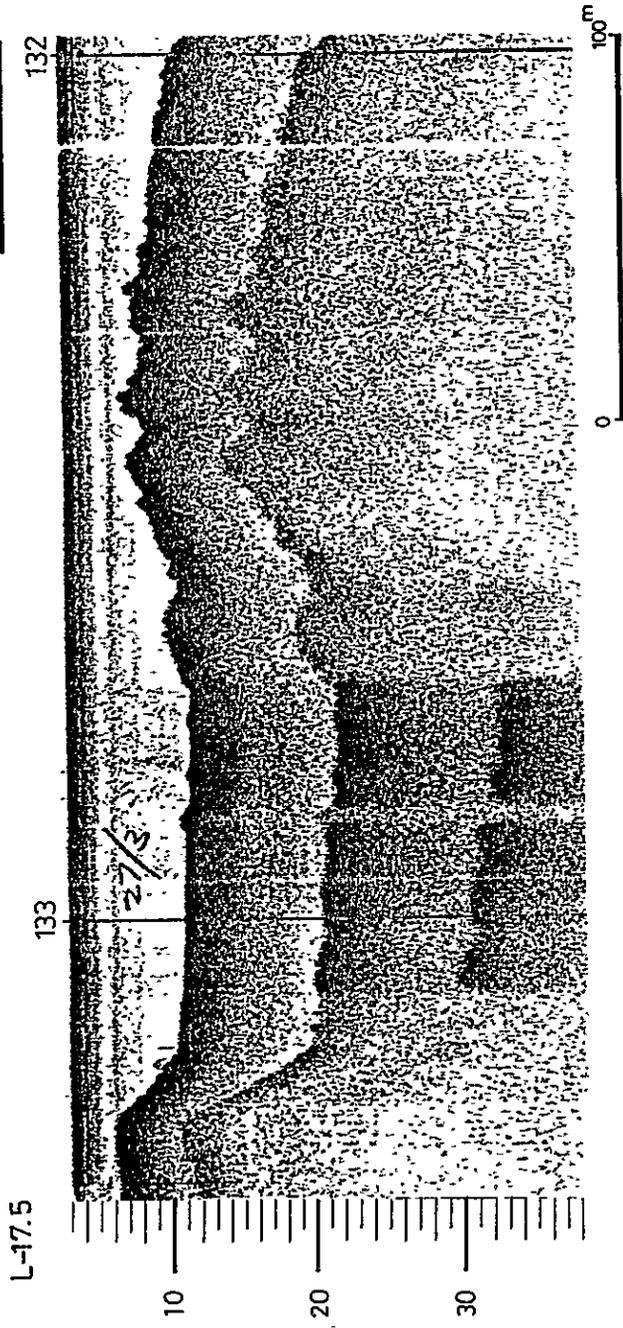
LAKE TENGGANO, RENNELL IS., SOLOMON IS.

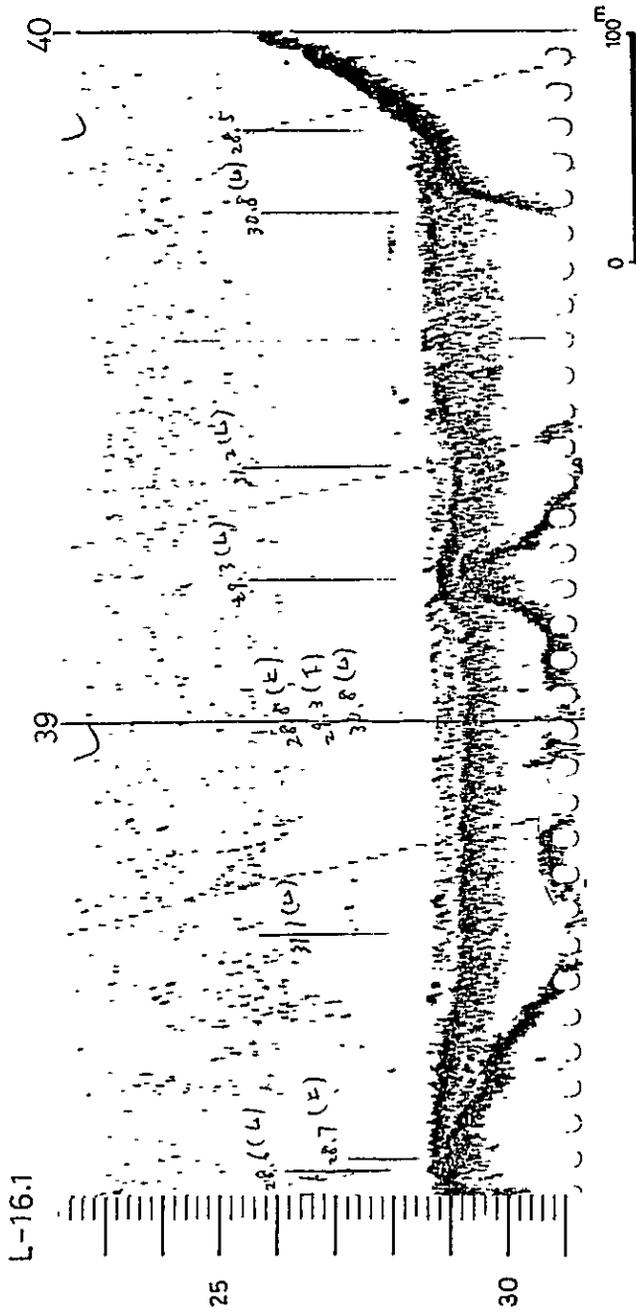


Side reflection pattern by pinnacle  
of bed-rock limestone.

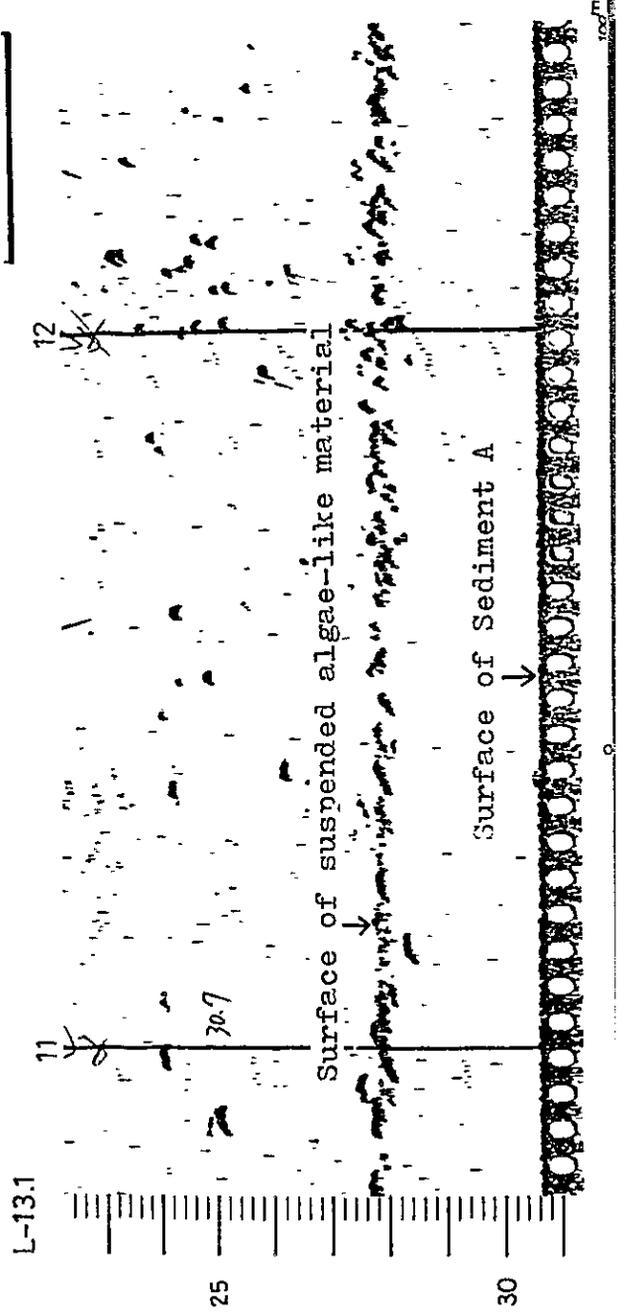


Scattering pattern at the surface  
of Sediment D.



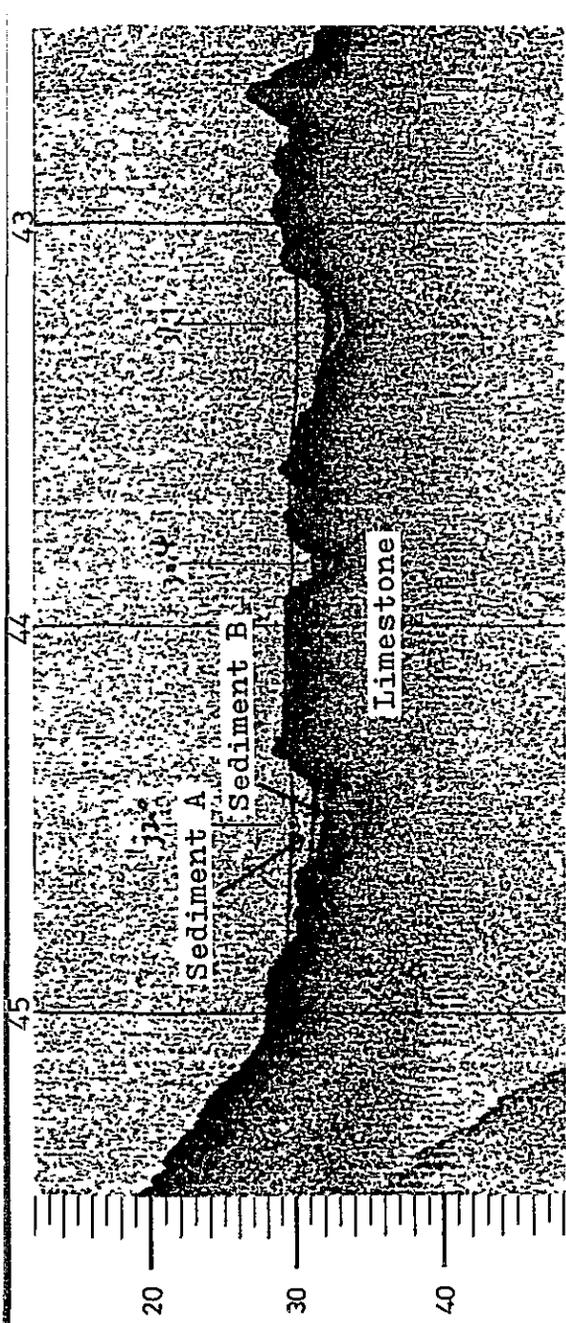


Surface of the bed-rock limestone overlain by Sediment A, observed by echo sounder



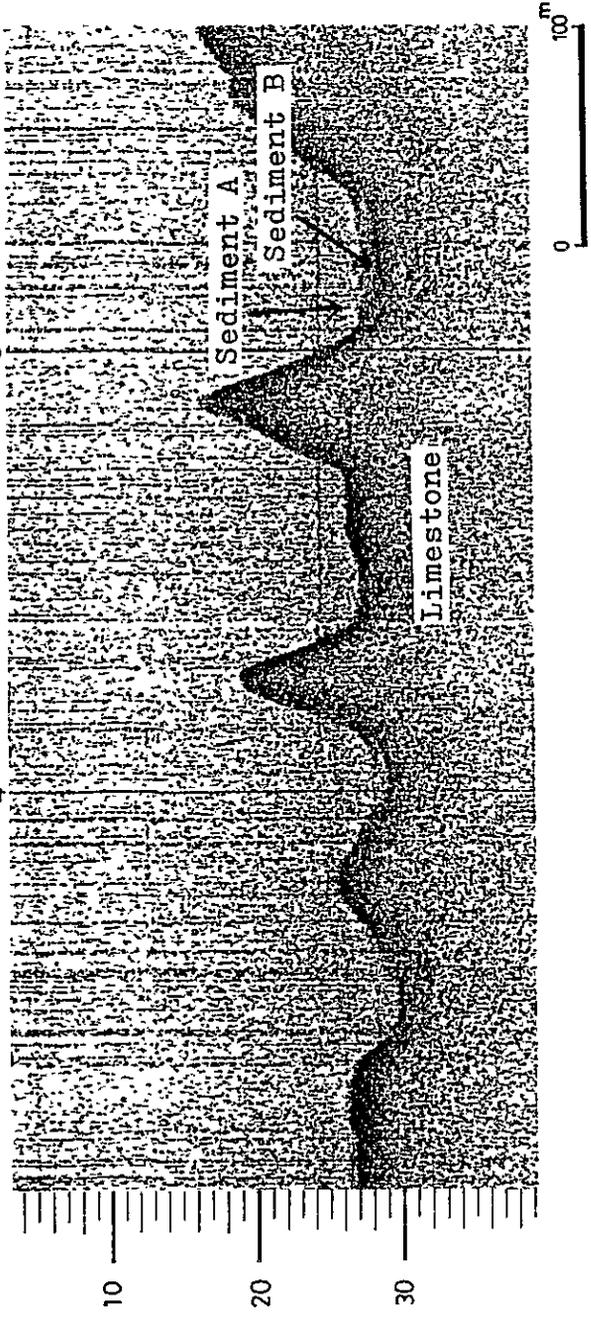
Surface of suspended algae-like material

Sediments A and B filling up  
hollows of the bed-rock limestone



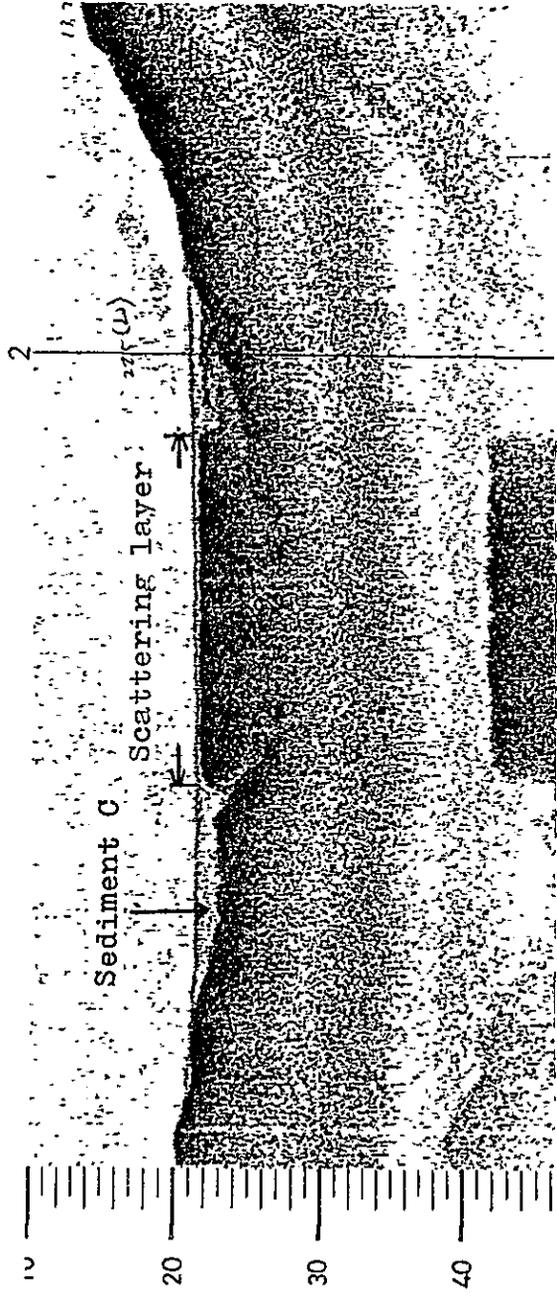
L-19.4

3



Do.

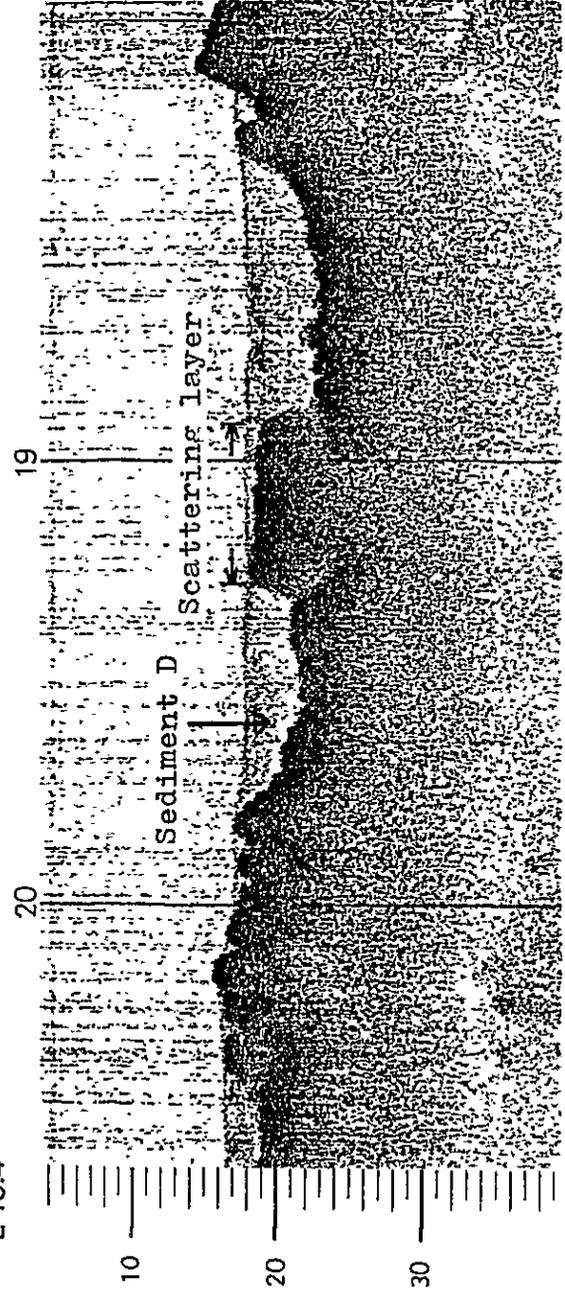
L-15.2



Sediment C and its scattering pattern

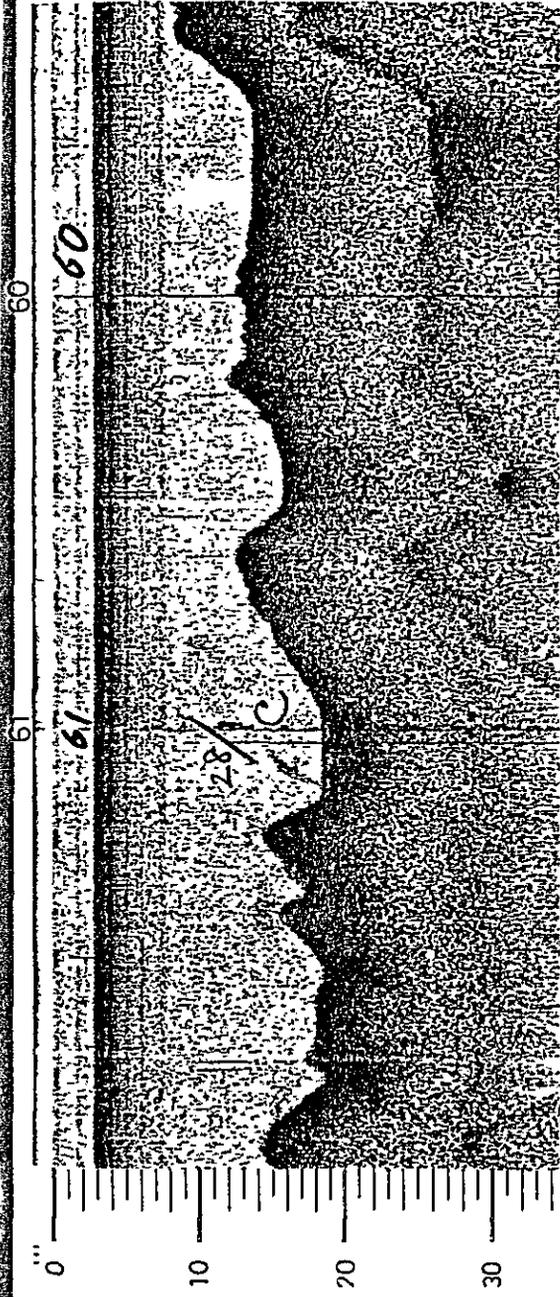
0 100m

L-19.4

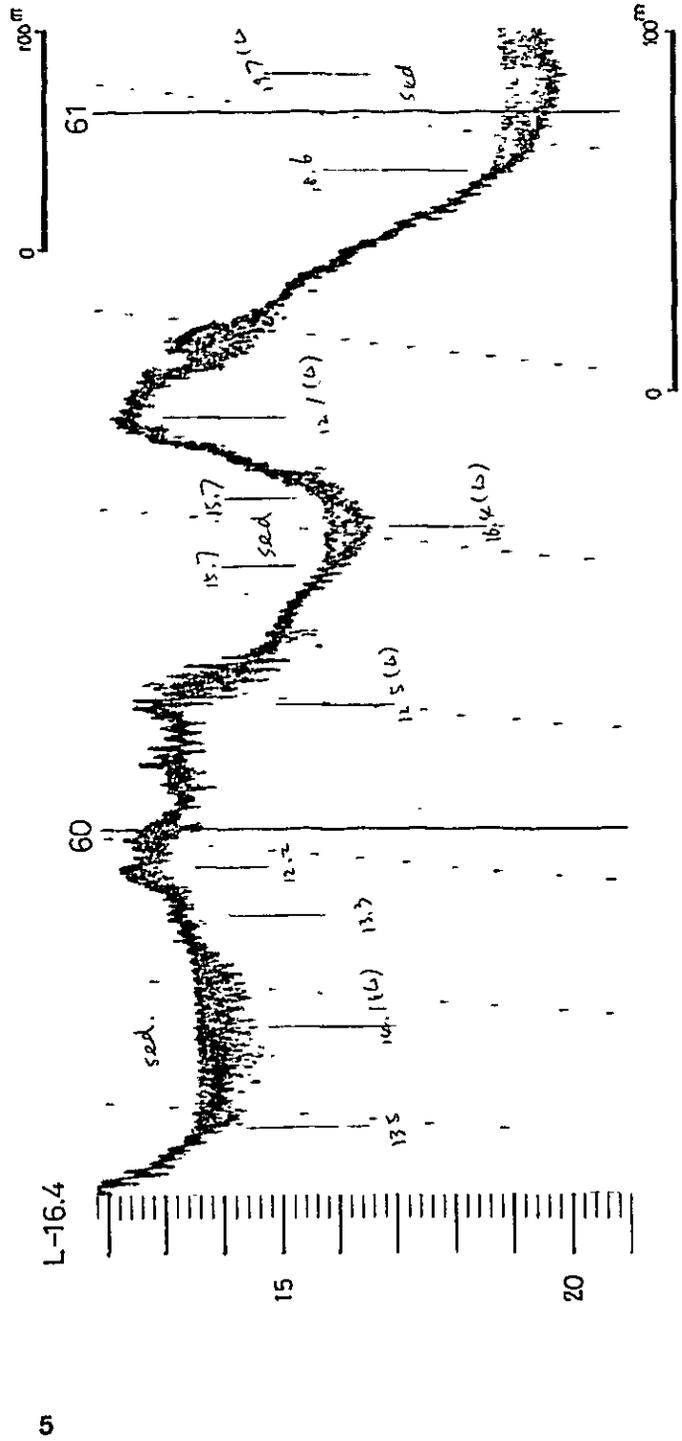


Sediment D and its scattering pattern

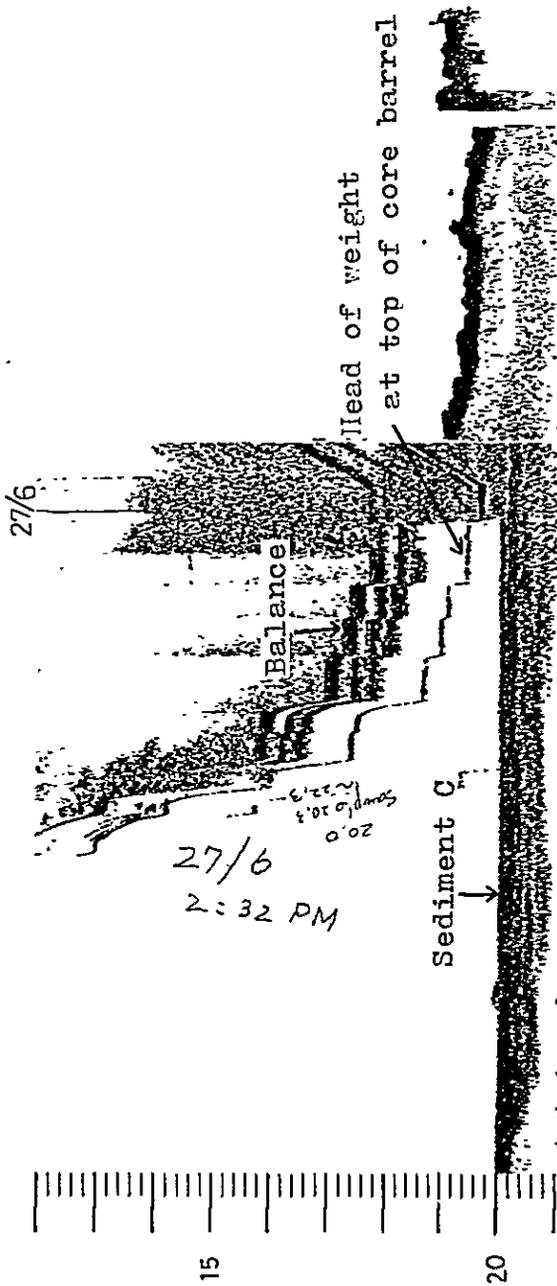
Sediment D by acoustic profiler  
at Pts. 60-61, L-16.4



Sediment D by echo-sounder  
at Pts. 60-61, L-16.4



Movement of piston-corer  
during dropping to intersect  
to sediment, observed by  
echo-sounder.



# ANNEX 2

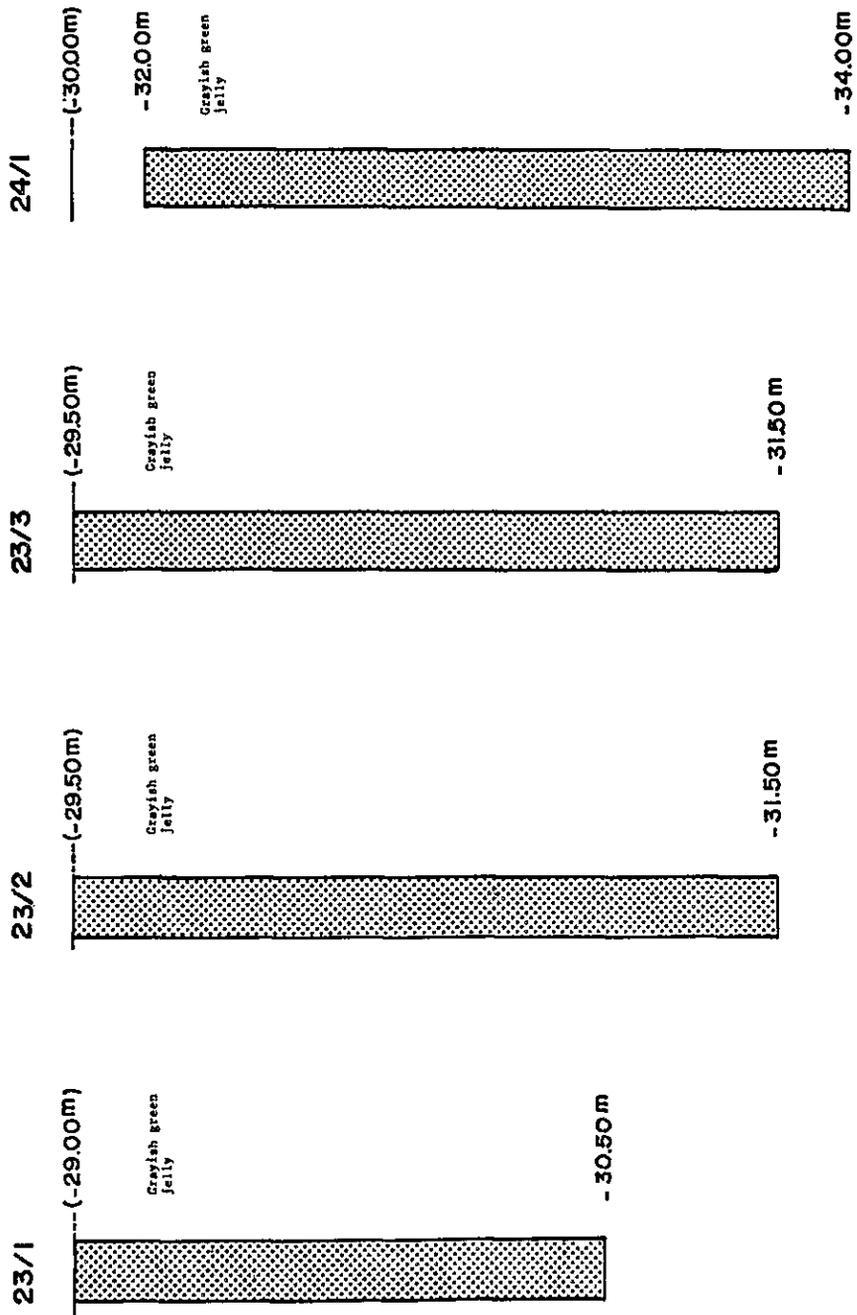


ANNEX 2

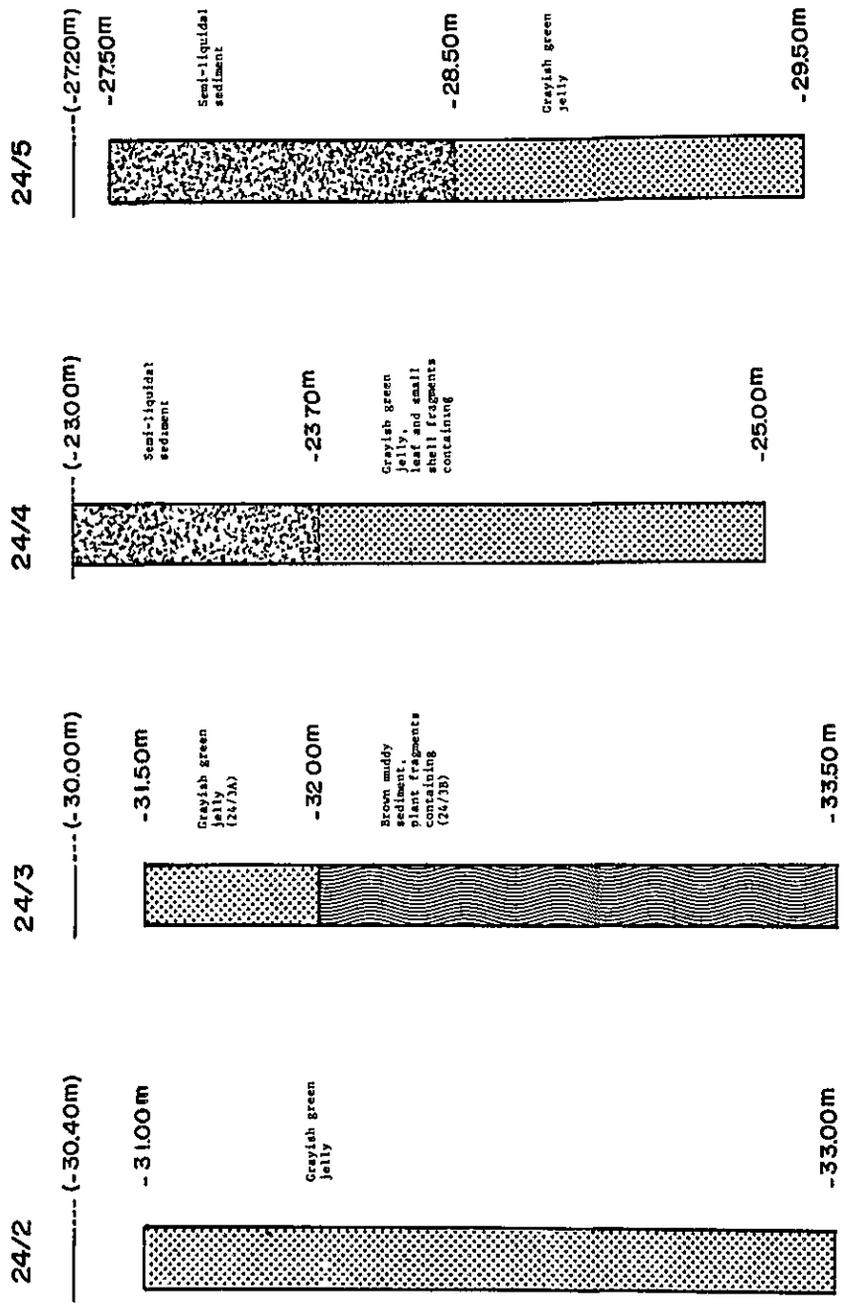
GEOLOGICAL LOGS BY PISTON CORING  
OF  
THE LAKE FLOOR SEDIMENTS, RENNELL IS.,  
SOLOMON IS.

23/1, 23/2 and etc. show the hole numbers  
of piston coring, locations of which are  
to be referred to Figure 5.

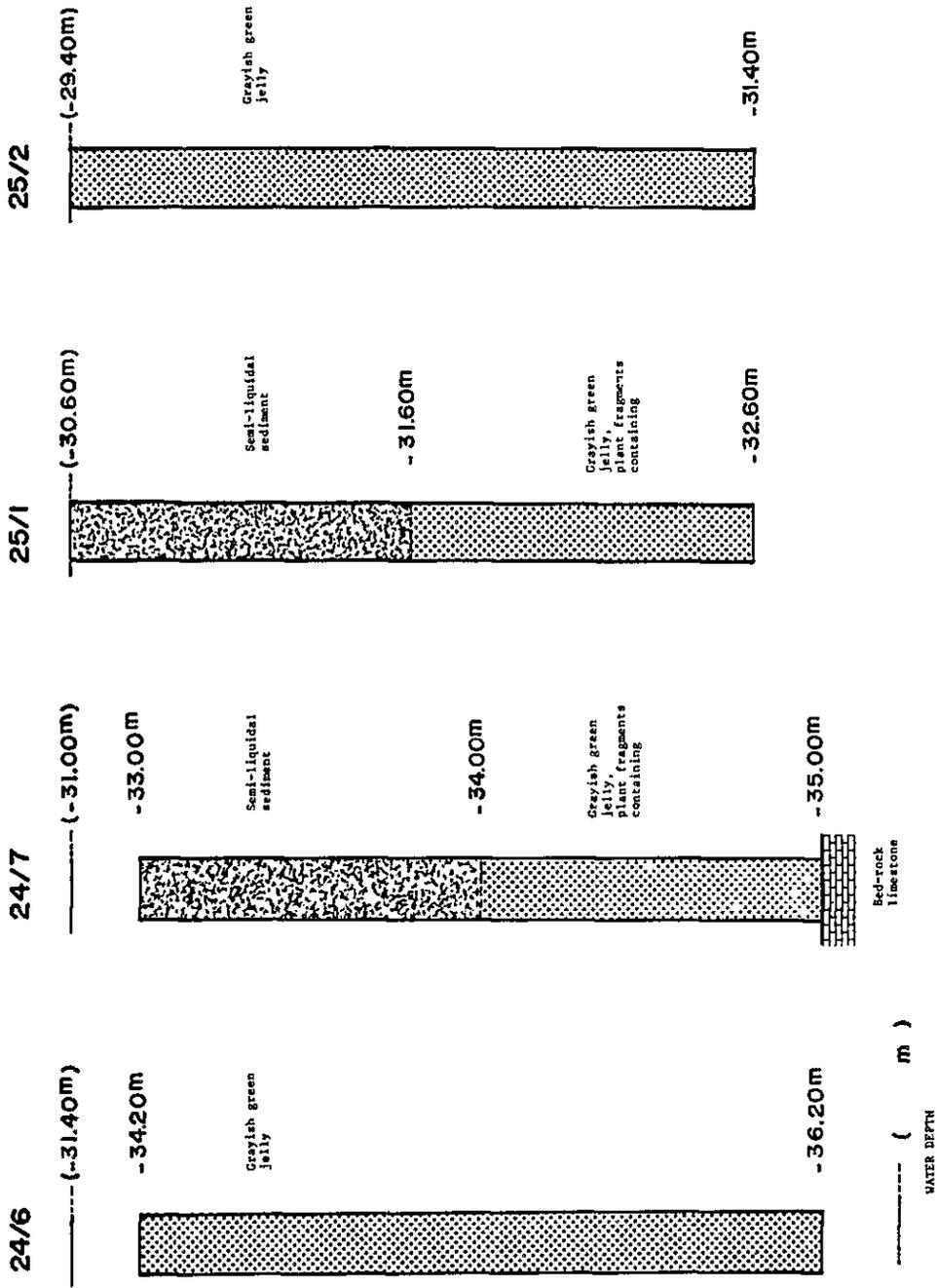


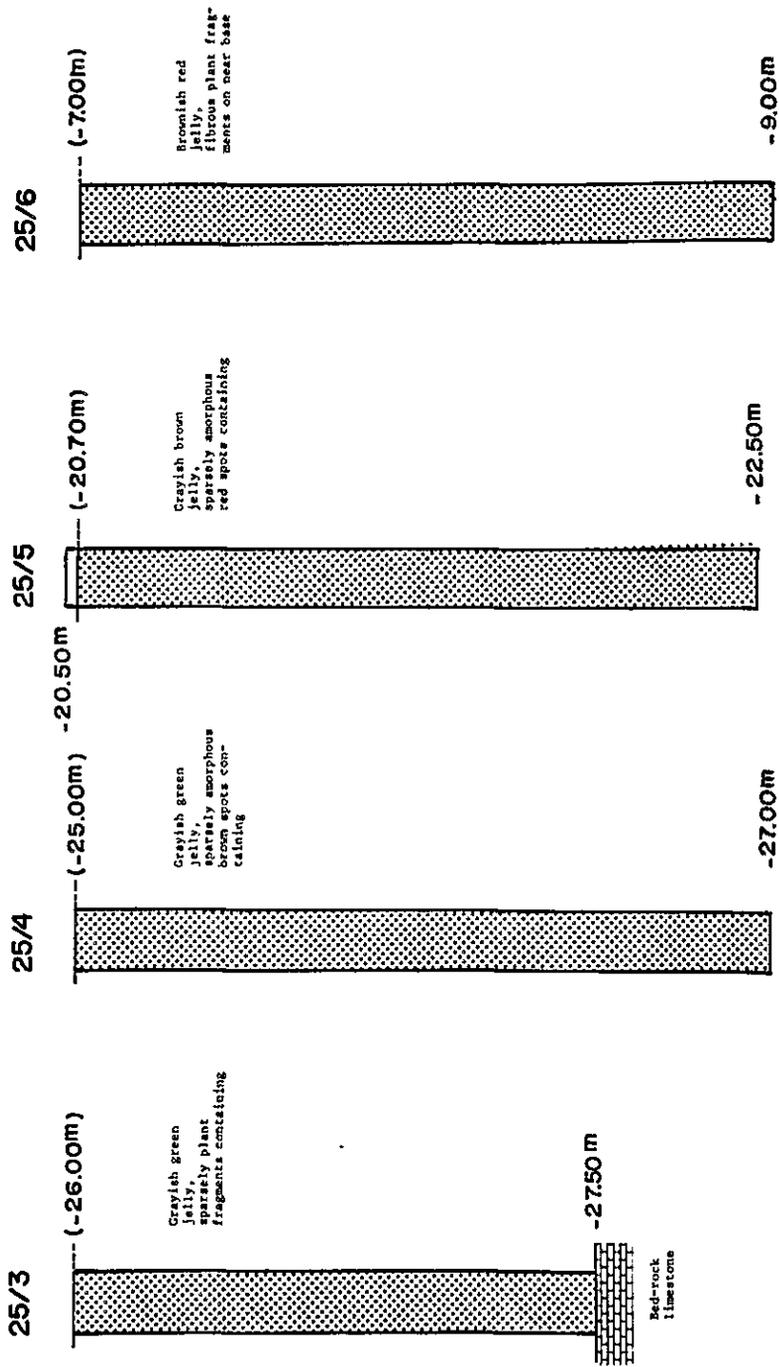


----- ( m )  
 WATER DEPTH

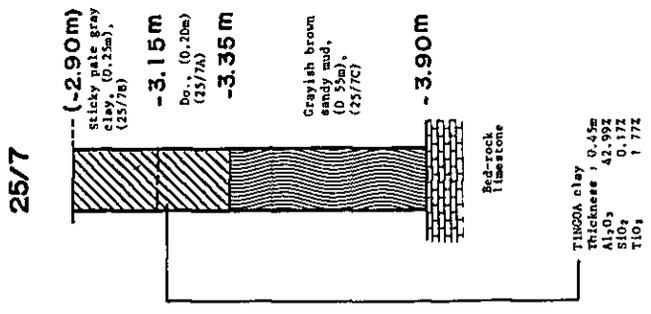
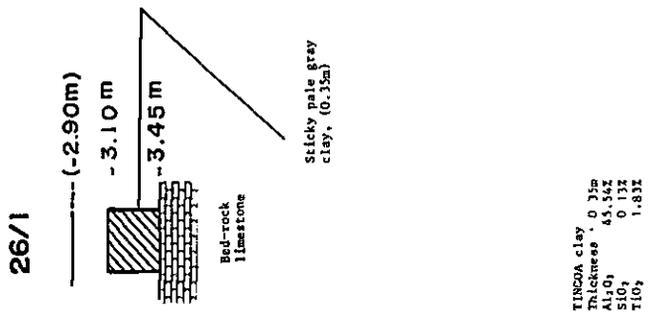
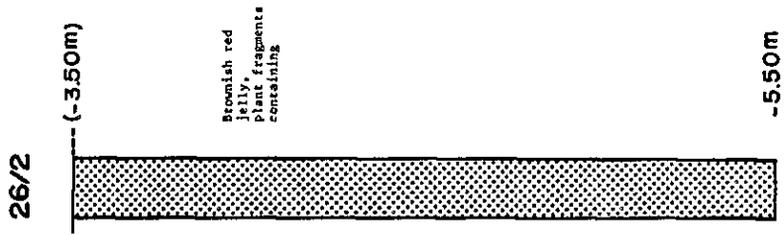
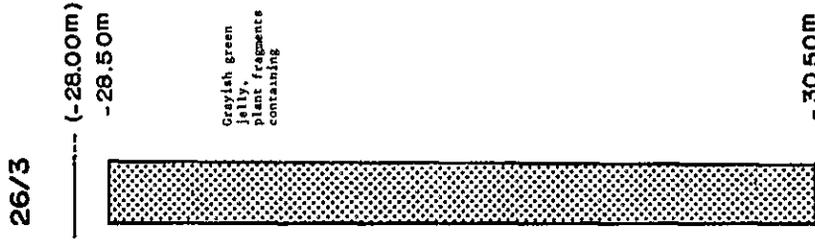


----- ( m )  
WATER DEPTH

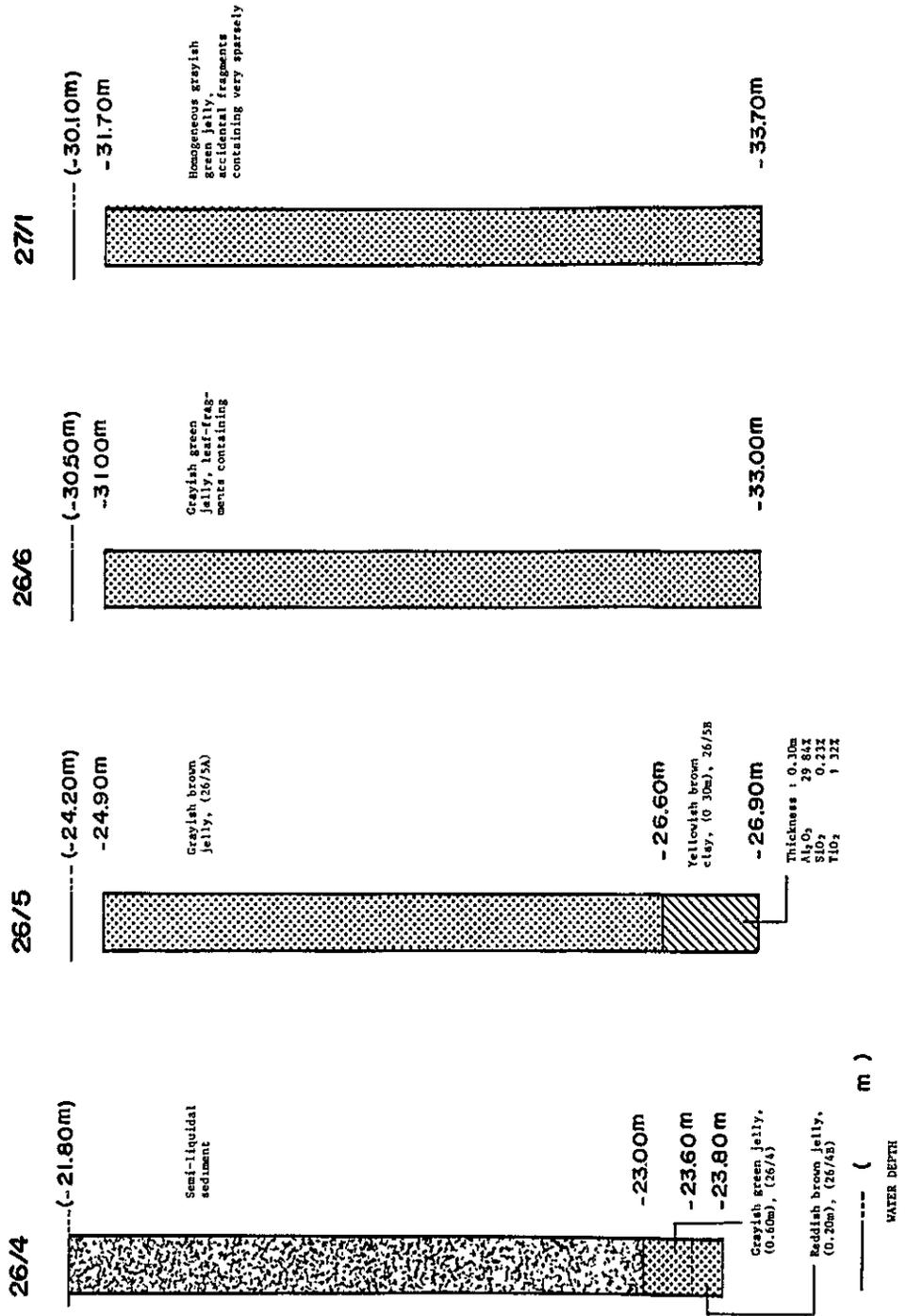


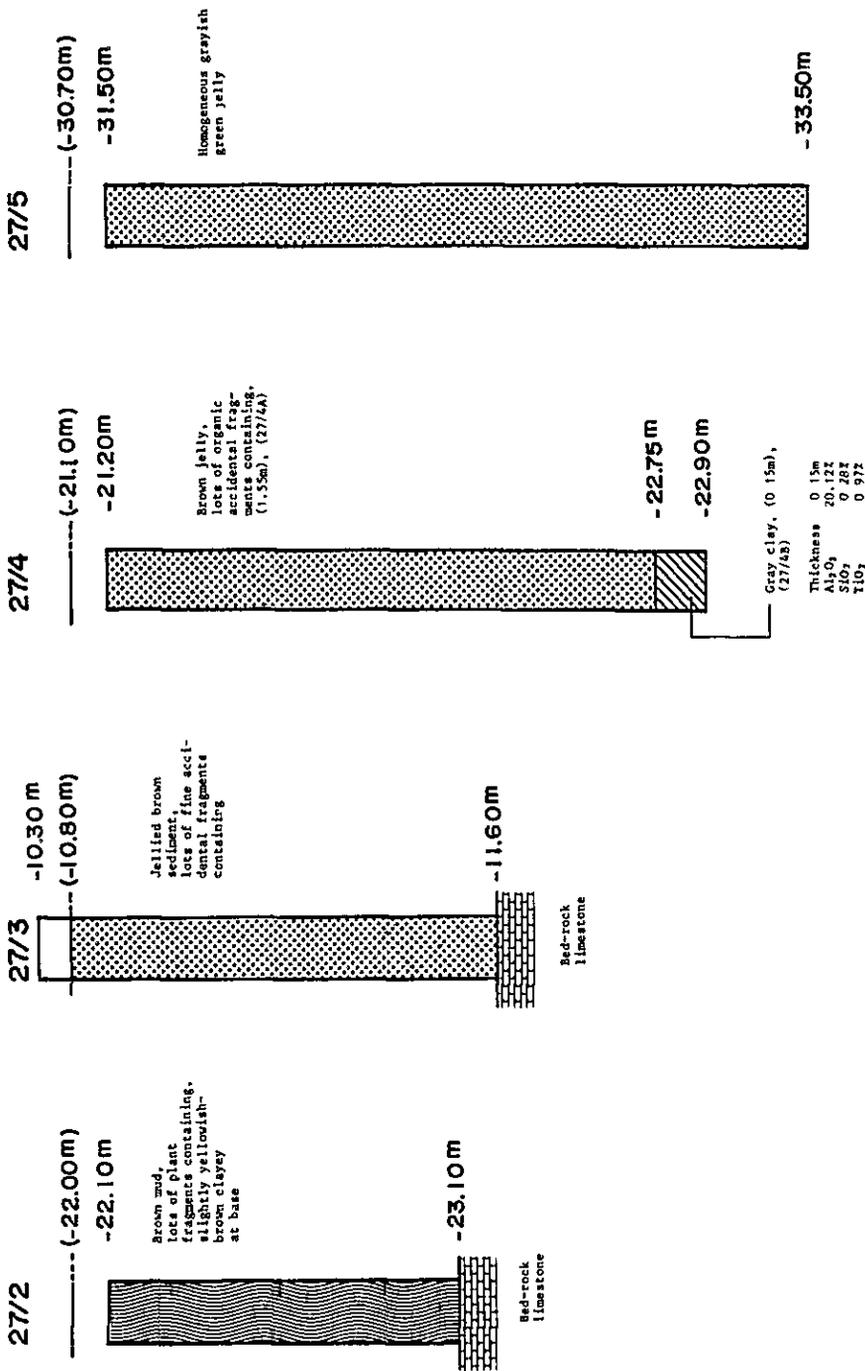


----- ( m )  
 WATER DEPTH

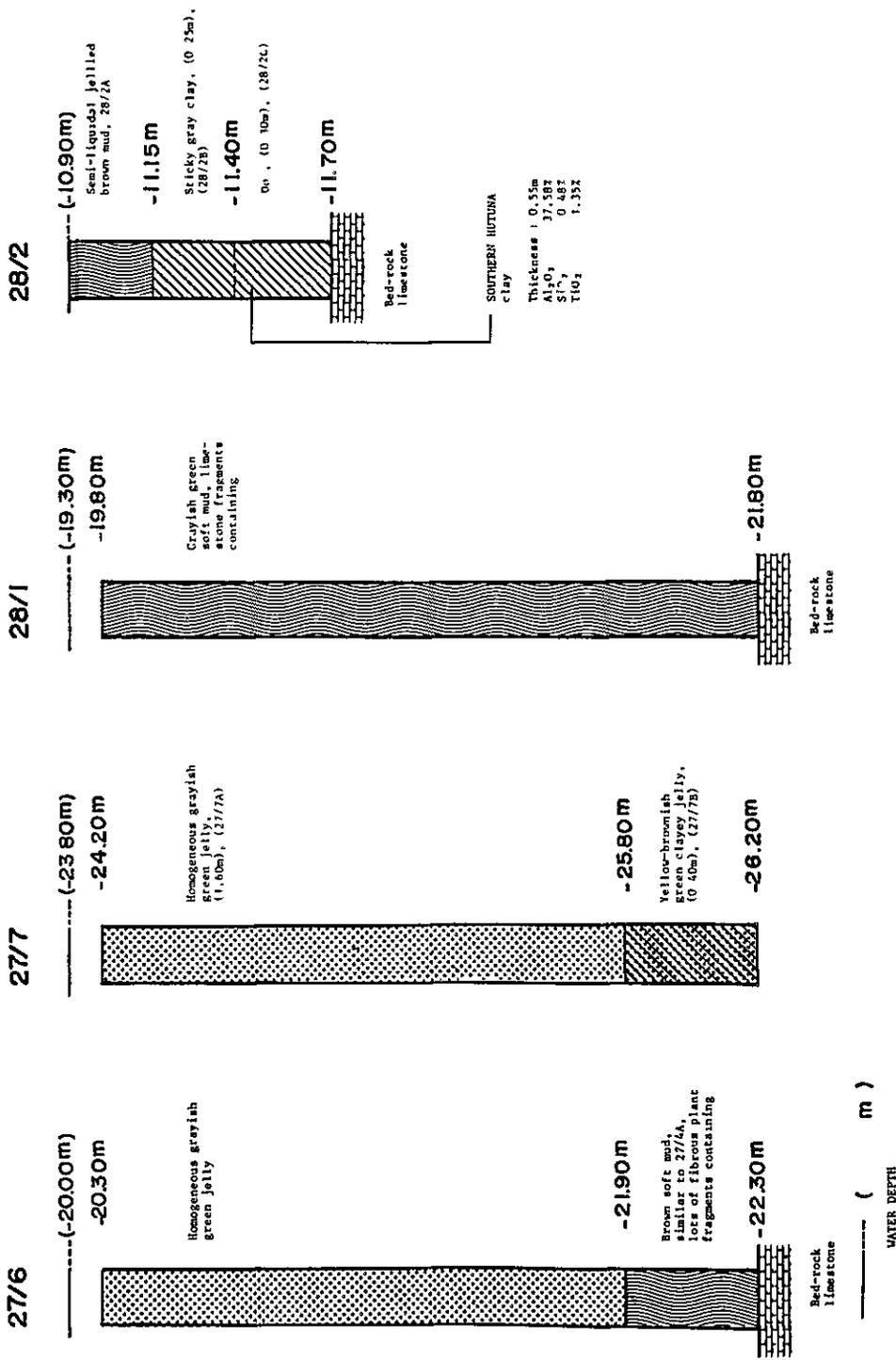


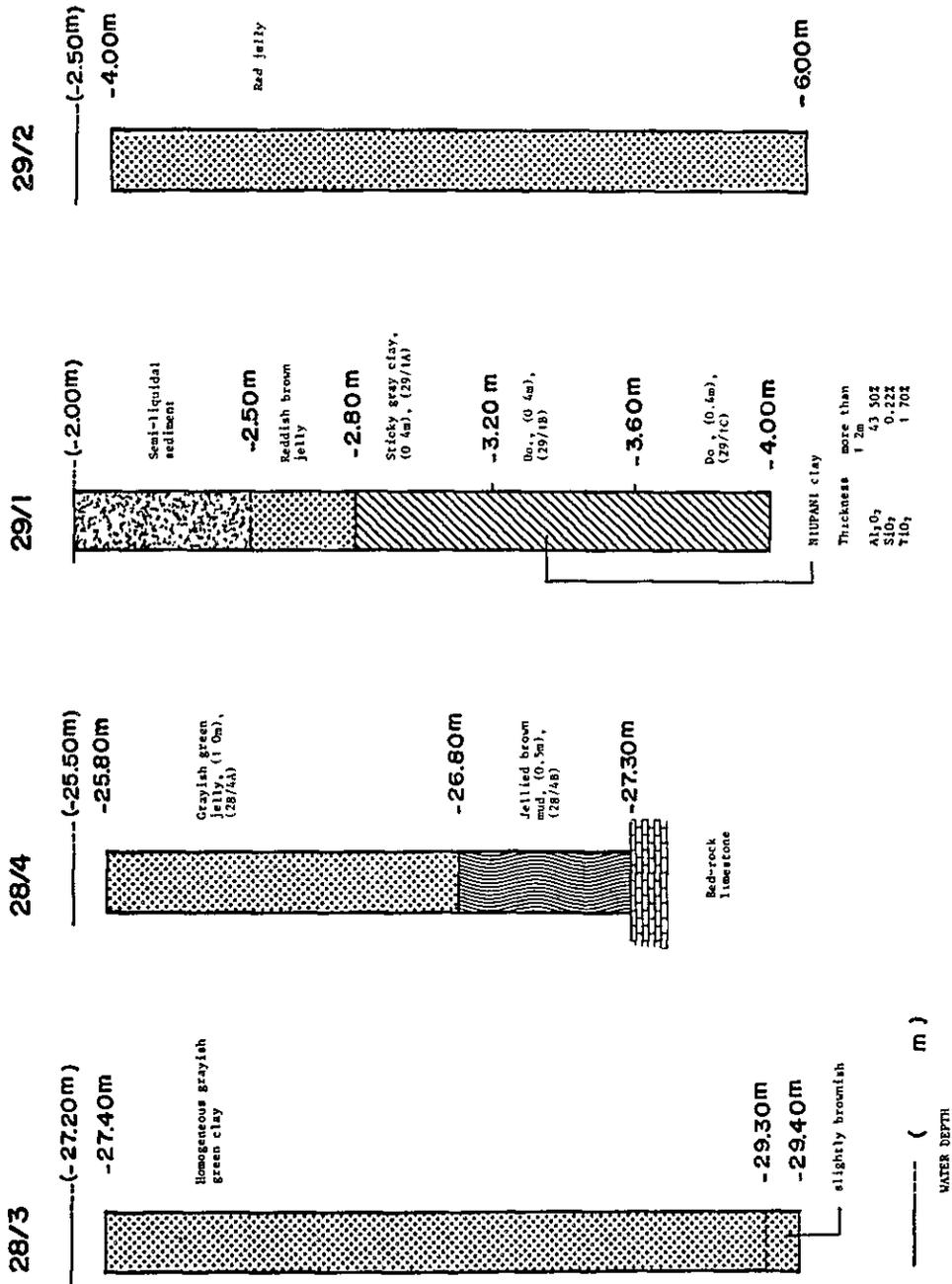
----- ( m )  
WATER DEPTH

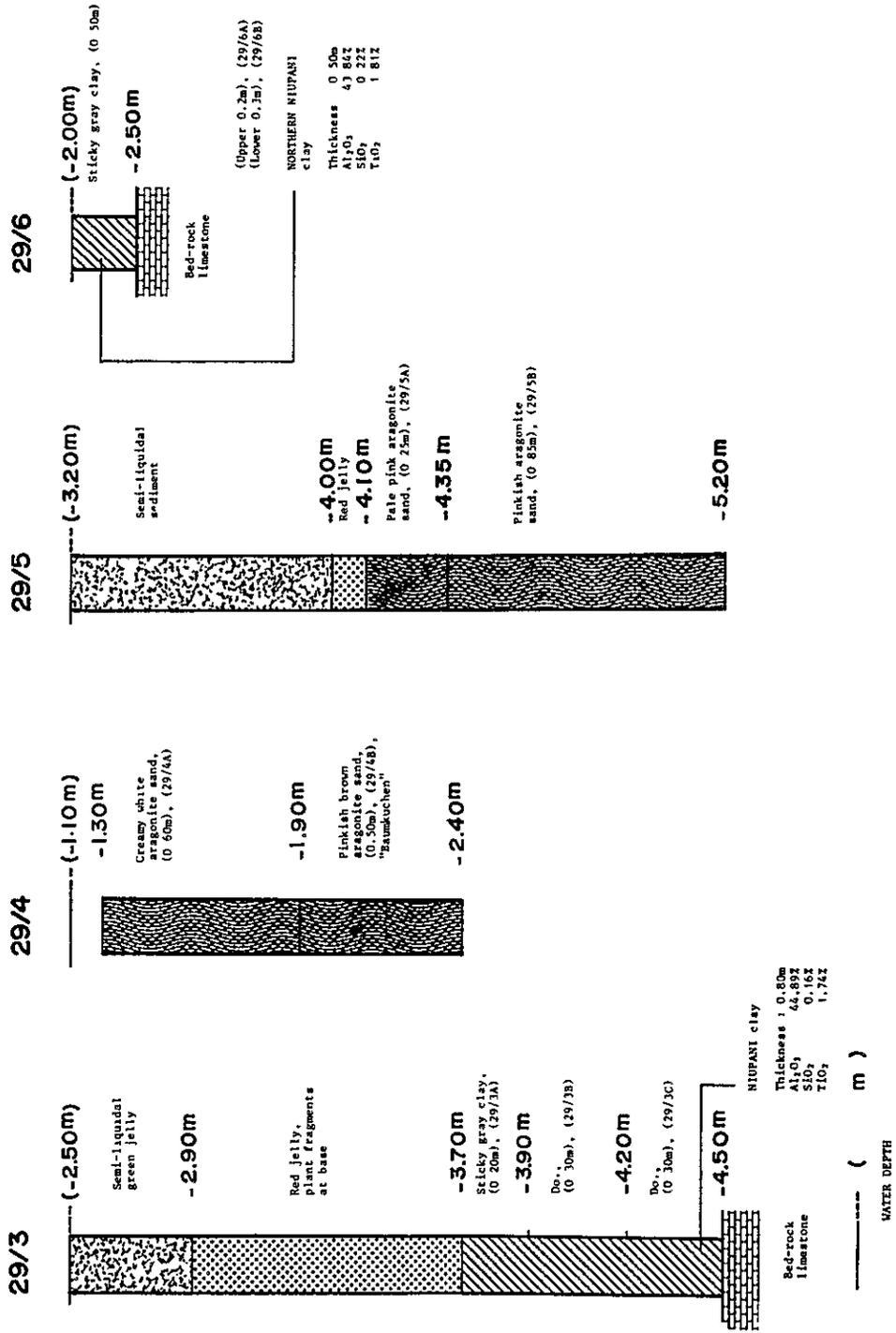


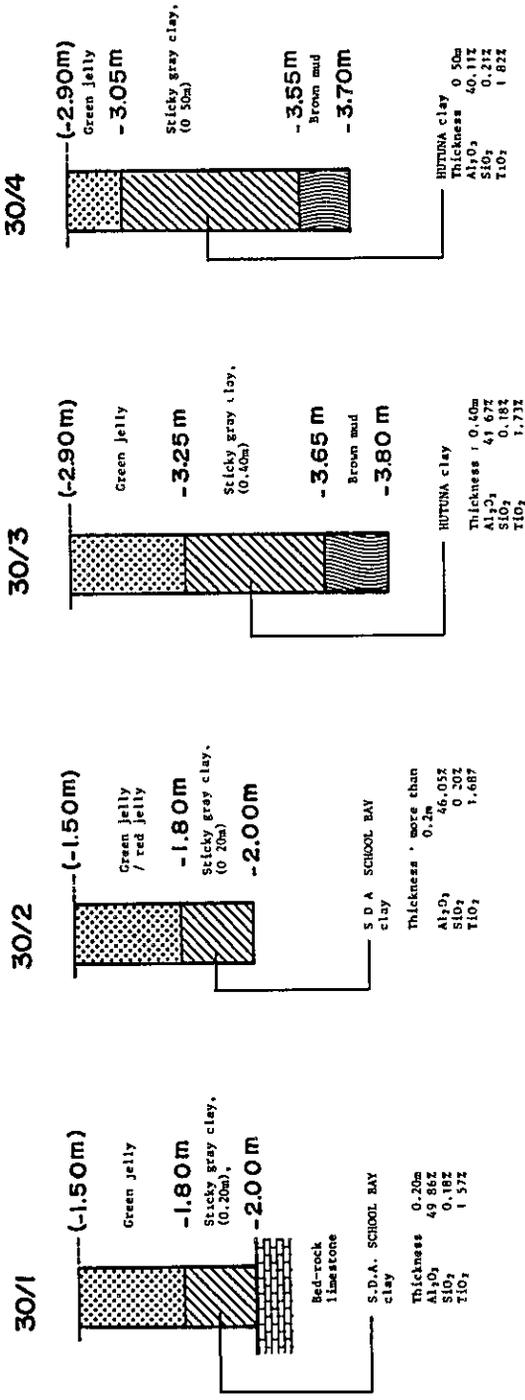


----- ( m )  
 WATER DEPTH

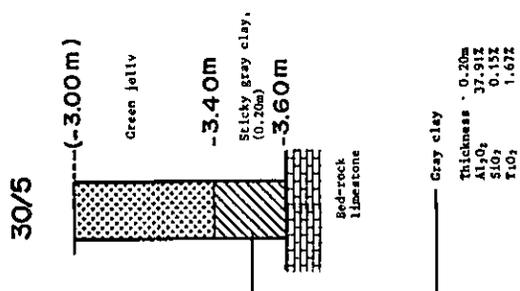
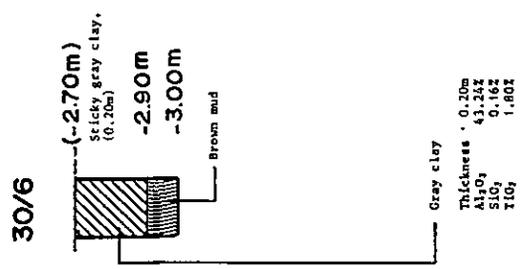
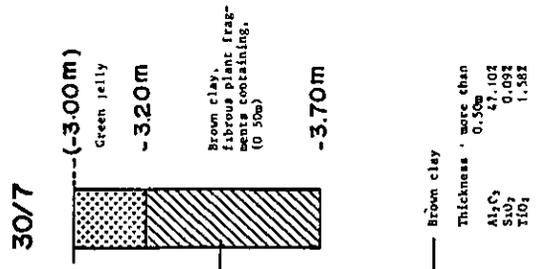
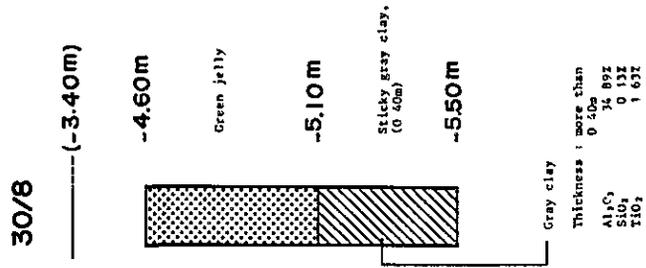








----- ( m )  
 WATER DEPTH



----- ( m )  
 WATER DEPTH

# ANNEX 3



## ANNEX 3

### X-RAY POWDER DIFFRACTION CHARTS

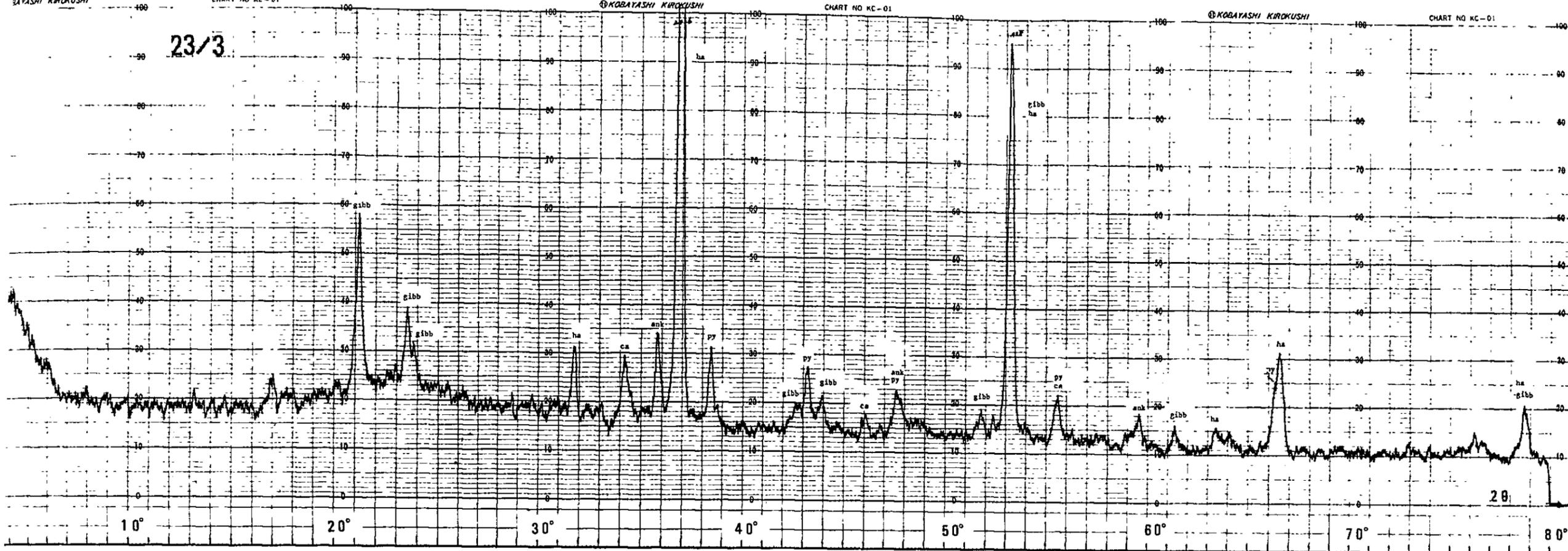
Diffractometer : Type RAD – 2A  
RIGAKU DENKI Co., Ltd.

|                |                     |              |
|----------------|---------------------|--------------|
| Specifications | : Target/Filter     | Cobalt/Iron  |
|                | Voltage/Current     | 30 kV/10 mA  |
|                | Count Full Scale    | 400 cps.     |
|                | Time Constant       | 2 sec        |
|                | PHA                 | 050 – 200    |
|                | Div. slit/Rec. slit | 1 deg/0.3 mm |
|                | Scan Speed          | 2 deg/min    |
|                | Chart Speed         | 2 cm/min     |

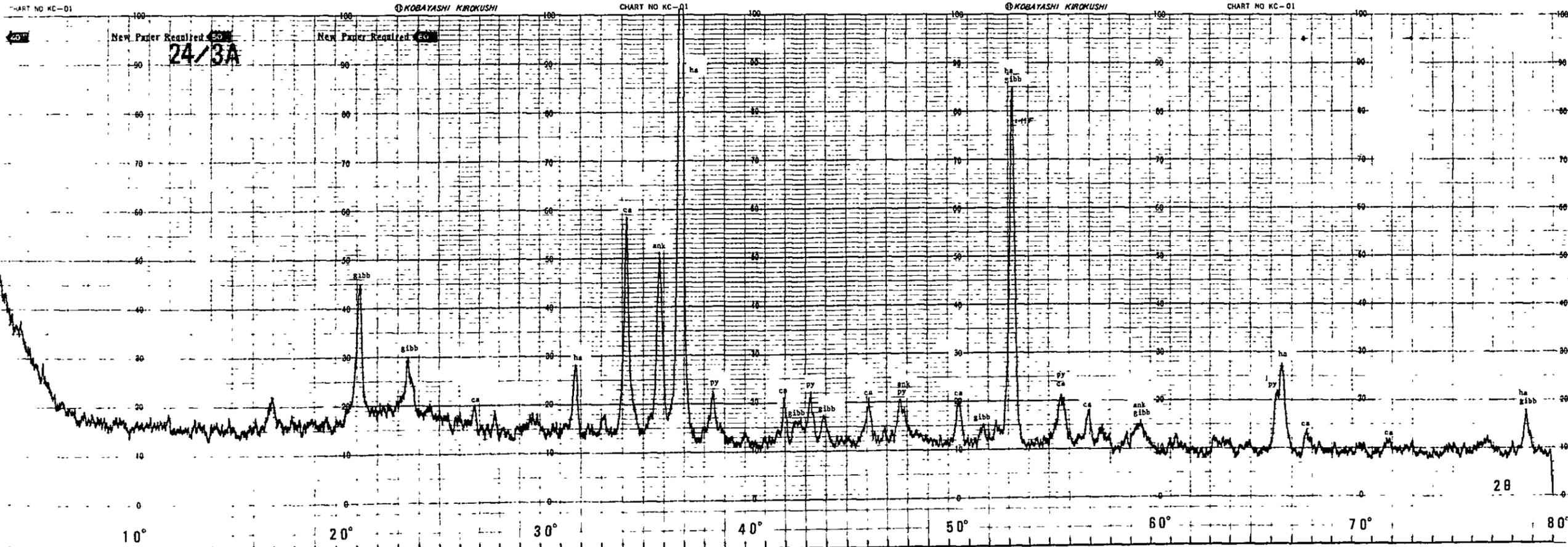
#### Abbreviation of mineral names:

|      |               |      |                 |
|------|---------------|------|-----------------|
| anat | : anatase     | goe  | : goethite      |
| ank  | : ankerite    | gyp  | : gypsum        |
| ara  | : aragonite   | ha   | : halite        |
| boe  | : boehmite    | ma   | : marcasite     |
| ca   | : calcite     | py   | : pyrite        |
| crn  | : crandallite | rhod | : rhodochrosite |
| gibb | : gibbsite    | sr   | : siderite      |

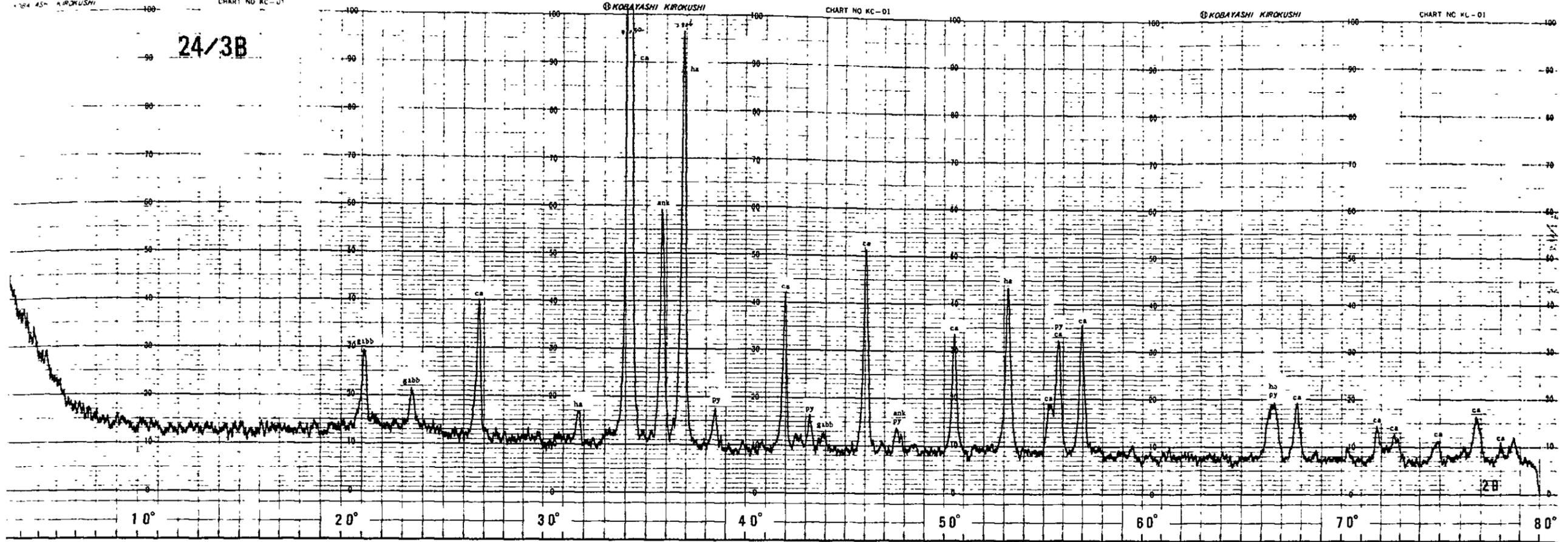
23/3



New Paper Required ~~50%~~  
24/3A



24/3B



25/1

