

ソロモン諸島レンネル島テンガノ湖
ボーキサイト開発計画調査
事前調査報告書

1 9 8 1 年 1 2 月

国 際 協 力 事 業 団

鉦計資

81-177

ソロモン諸島レンネル島テンガノ湖
ボーキサイト開発計画調査
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1043365[4]

1 9 8 1 年 1 2 月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団	
貸入 月日 84.8.22	207
貸出 月日 84.7.21	66.1
貸環 月日 13686	MPN

目 次

1. 総 論	1
1.1 調査の経緯	1
1.2 調査目的	1
1.3 調査団の構成	1
1.4 調査日程	7
2. 結 論	9
2.1 Scope of Work (S/W)について	9
2.2 議事録(M/M)について	11
2.3 現地踏査について	11
2.4 今後の調査計画について	12
資料1. Scope of Work	16
資料2. 議事録(Minutes of Meeting)	19
3. 各 論	21
3.1 地形概況	21
3.2 地質概況	26
3.3 湖底堆積物	27
3.4 湖底堆積物の資源的予測	38
3.5 現地踏査	41
4. そ の 他	47
4.1 事前調査面会者リスト	47
4.2 収集資料	47
4.3 事前調査試料の分析試験報告書	52
4.4 引用文献リスト	73
4.5 本報告書添付図表リスト	73

1. 総論

1. 総論

1.1 調査の経緯

ソロモン諸島は1978年にイギリス保護領から独立した新生国であり、同国の鉱物資源としては、金、銅、ニッケル、ボーキサイト等が発見され、あるものは小規模に採掘された経緯がある。このうちボーキサイト資源については金属鉱物探鉱促進事業団（昭和46,47年度）、国際協力事業団によるアルミナ開発関連施設整備計画調査（1975年度）等があり、鉱物資源の調査・開発に関しての同国との関係は、必ずしも、浅いものではなく、同国はボーキサイト資源の開発に期待を寄せている。

このような背景のもとに、昭和54年（1979年）2月、我国に対しレンネル島テンガノ湖（図・1,2）の湖底に賦存が予想される含ボーキサイト層の資源的評価のための調査実施を要請してきた。

今回実施の事前調査はこれを受けて実施されたものである。

1.2 調査目的

テンガノ湖湖底における含ボーキサイト層の存在については従来の調査（4.4参照）においては、局部的に概況のみが知られているが、今回はいわゆる事前調査によって次のような項目についての調査・協議を行うことを目的とした。

- (1) ソロモン諸島政府の本件に関する要請内容を詳しく把握する。
- (2) 従来、系統的な調査がなく賦存の実態につき断片的にしか知られていない含ボーキサイト層を確認し、その資源的評価の手順・方法を予察する。
- (3) 本格調査を実施する場合に必要な資料、現場作業環境等に関する資料・情報を収集する。
- (4) 本格調査についての Scope of Work（以下S/W）につき協議・締結し、これに基づきより詳しい本格調査の計画を策定する。

1.3 調査団の構成

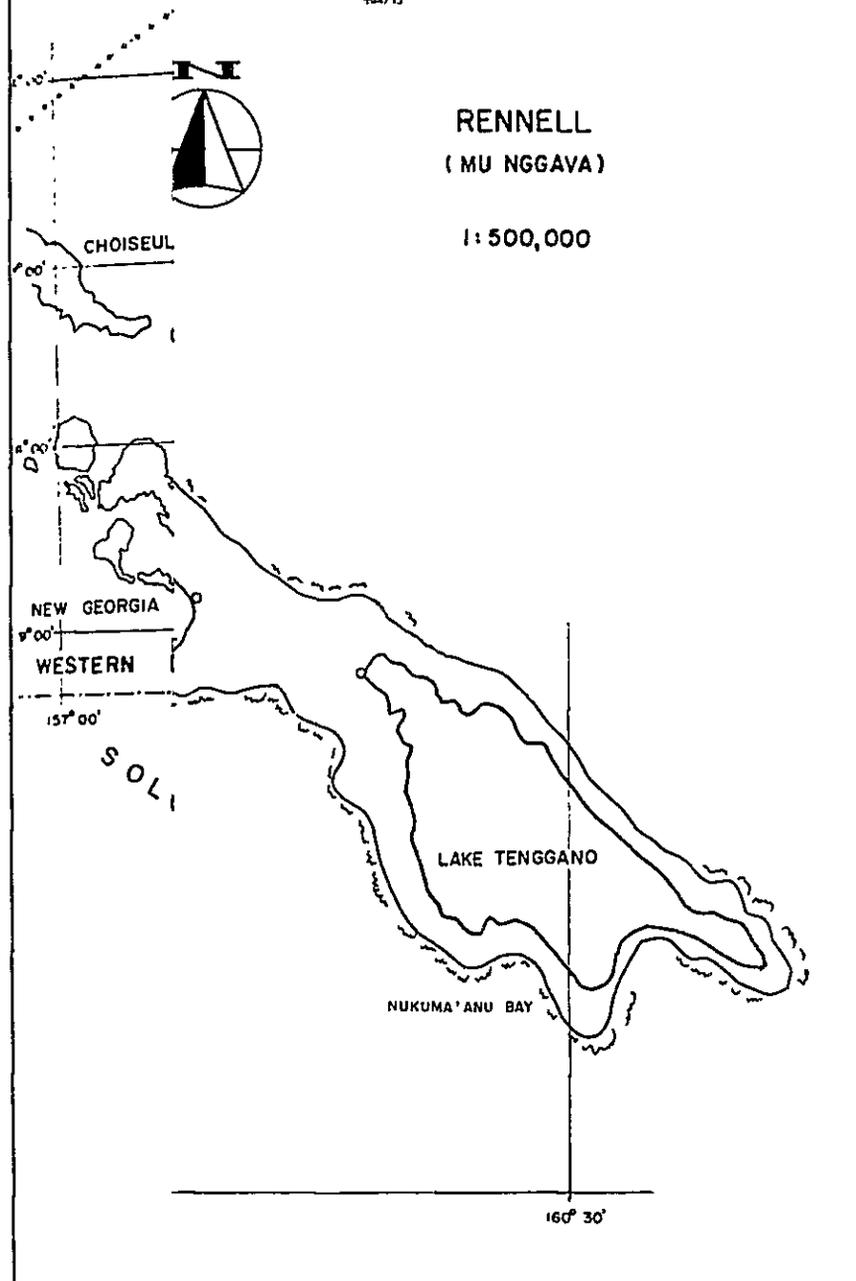
調査団構成は次表のとおりである。

表 - 1 調査団構成表

	氏名	担当事項	所 属
団長	坊城俊厚	総括	国際協力事業団鉱工業開発協力部嘱託
団員	立石勝	地質	同上 鉱工業計画調査部資源調査課

図・1 レンネル島テンガノ湖位置図

国際協力事業団, 昭51年3月, No.1 図
転用

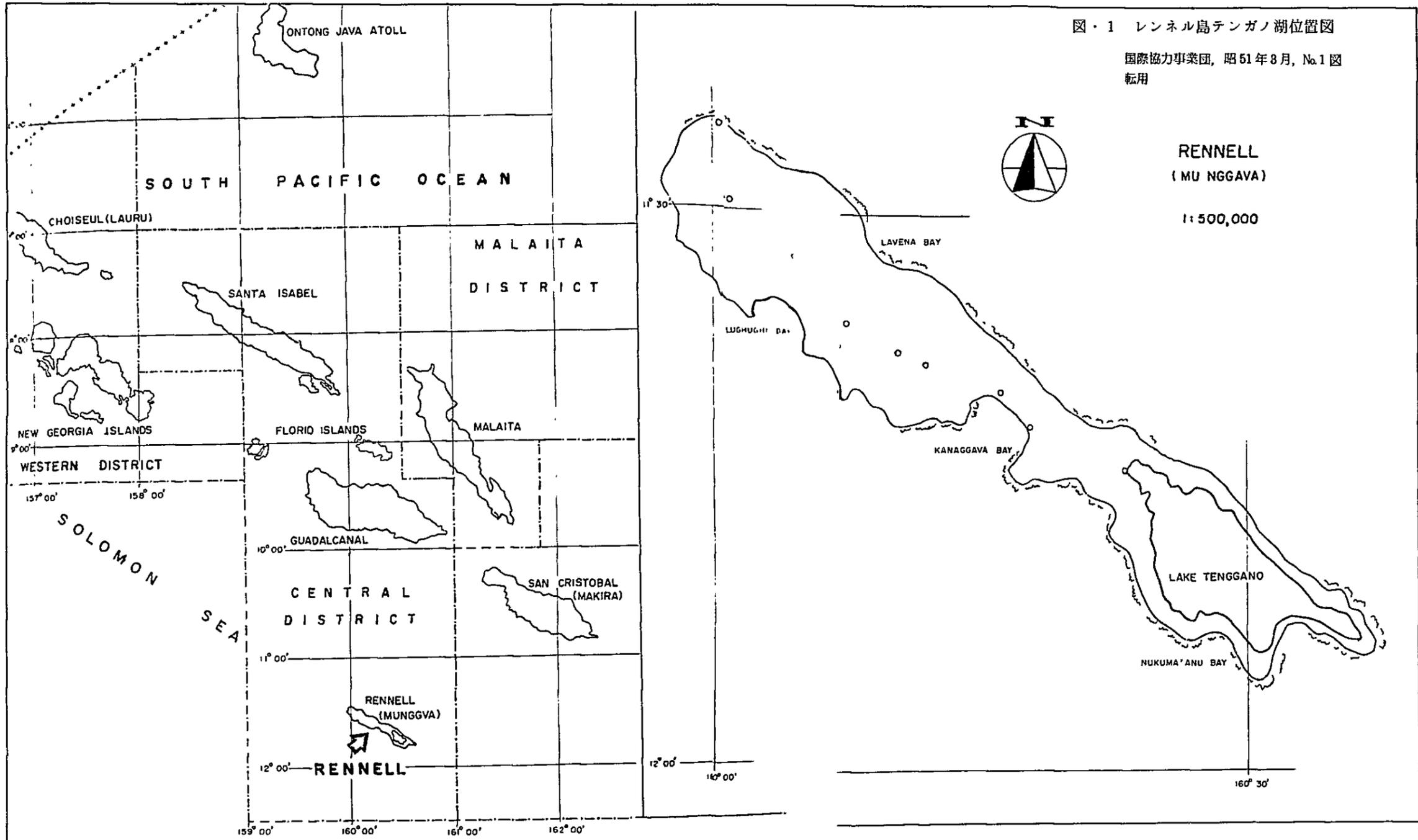


LOCATION MAP of S. I. &
RENNELL

SCALE	1:6,000,000	SHEET	No
	1:500,000		1
DATE	1976		

図・1 レンネル島テンガノ湖位置図

国際協力事業団，昭51年8月，No.1 図
転用



BRITISH SOLOMON ISLANDS
1: 6,000,000

LOCATION MAP of S. I. &
RENNELL

SCALE	1: 6,000,000	SHEET No	1
	1: 500,000		
DATE	1976		

1.4 調査日程

事前調査は昭和54年10月31日から同年11月21日の22日間、次表により行われた。

表-2 事前調査日程表

日順	年 月 日	概 要
1	昭 54.10.31 (水)	10:50 成田発 (JL757) 香港着
2	11. 1 (木)	21:20 香港発 (CX911)
3	11. 2 (金)	5:10 ポートモレスビー着, 在パプアニューギニア日本大使館表敬・打合
4	11. 3 (土)	12:20 ポートモレスビー発 (PX081), ソロモン諸島ホニアラ市着
5	11. 4 (日)	資料整理
6	11. 5 (月)	ソロモン政府天然資源省地質調査部表敬・スケジュール打合
7	11. 6 (火)	地質調査部にてS/W協議
8	11. 7 (水)	同 上, 運輸・通信大臣表敬・打合
9	11. 8 (木)	14:11 ホニアラ阜頭発, レンネル島へ (乗船は Bilikiki 号), 地質調査部職員8名同行
10	11. 9 (金)	16:05 レンネル島 Tuhunggango 浜上陸, 陸路 Tenggano (テンガノ) 部落に至る
11	11.10 (土)	テンガノ 湖踏査 (カヌーによる)
12	11.11 (日)	同 上
13	11.12 (月)	同 上
14	11.13 (火)	9:30 テンガノ 部落発, ルバング経由徒歩にて空港へ
15	11.14 (水)	6:30 ティンゴア仮設空港着, 9:05 ティンゴア発, ホニアラ着
16	11.15 (木)	地質調査部でS/W協議
17	11.16 (金)	同 上
18	11.17 (土)	地質調査部担当官との間に本案件についてのS/Wを締結
19	11.18 (日)	8:05 ホニアラ発 (PX080), ポートモレスビー着, 在パプアニューギニア日本大使館で結果報告, 打合
20	11.19 (月)	9:40 ポートモレスビー発 (PX008), シドニー着
21	11.20 (火)	22:57 シドニー発 (JL772)
22	11.21 (水)	6:10 成田着

上表のように事前調査は1週間の現地踏査を含め、本件についてのソロモン諸島政府担当機関である天然資源省地質調査部と主に協議し、11月17日本件に関するS/Wを締結した。

2. 結 論

2. 結 論

事前調査団はソロモン諸島政府の本件担当機関である天然資源省地質調査部（Geological Survey Department, Ministry of Natural Resources）との協議および現地テンガノ湖の短期踏査の結果に基づき、S/Wを締結した。今回の折衝においては地質調査部主席地質技師 F. I. COULSONが休暇帰英中であったため、主席代理の J. Ridgeway と主に協議を行い、J. Ridgeway が S/W に署名している（資料 1, 2 参照）。

2.1 Scope of Work (S/W) について

本開発調査についての S/W は資料 1 のとおりである。以下その主要な事項につき補完的説明を行う。

(1) 調査目的 (S/W II)

調査目的は「テンガノ湖における含ボーキサイト層の産出状態を調査し、資源としての可能性を評価する」と表現されている。後記(3.3)のようにテンガノ湖における含ボーキサイト層についての既存調査は系統的なものではなく、その賦存実態に関しては不明な部分が極めて多い。資源としての評価を行うための地質・鉱床学および鉱石学等の基礎資料の取得が、この調査についてはとくに要求される。この間の事情は S/W 中の当事業団（以下 JICA）側分担項目（S/W, VI 4）に「鉱床の開発についてのフェージビリティ・スタディは、より詳細な探査をふくめ、1980年の地質調査の結果、この含ボーキサイト層が鉱床としての可能性を有すると判断される場合に限り、次の段階の調査として検討される。」として表現されている。

(2) 調査の内容 (S/W III)

音響測深機による湖底地形調査、音波探査、湖底堆積物のサンプリング（以下採泥という）、湖底堆積物の化学的および物理的性状の分析・測定等の探査・解析手法が S/W の「調査内容」として掲げられている。これらは海底地質調査の際用いられる通常的手法であるが、テンガノ湖湖底に賦存が知られている含ボーキサイト層は固結度が低く、かつ、薄層と考えられるので音波探査等の物理探査法の適用性については、とくに、検討を要する。また、調査船の確保および調査サイトへの資機材運搬に関してもかなりの制約が予想されること（3.5）からも探査法、調査機器の選定には慎重な配慮が必要である。

(3) 両国担当機関の業務分担

S/W V および VI に列記のものを要約して次表として示し、補足的説明を行う。

表-3 業務分担表

ソロモン諸島政府	J I C A
<ol style="list-style-type: none"> 1. 調査チームへの関連資料・情報等の提供 2. テンガン湖周辺陸上部に関する最もよい地形図を可能な限り提供する 3. 調査チームがソロモン諸島にもち込む機材等についての免税措置他 4. ホニアラにおいて調査チームに作業・事務室を提供する。 5. 調査に必要な輸送手段の提供 6. カウンターパートの任命 7. 野外作業にあたっての無線電話装置等の使用の認可 8. 調査に関連する資・試料の日本への持出許可についての手配 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調査チームの派遣 2. 調査期間中におけるソロモン側カウンターパートに対する技術移転 3. 含ボーキサイト層の探査技術の確立を極力図るが、物理探査のテスト・ランの結果が不成功のときは、1980年におけるそれ以後の調査の実施につき両者で協議する 4. 1980年の調査結果から含ボーキサイト層が資源的評価をえたときに限り、より詳しい調査をふくめてその開発可能性調査を次段階として行うかどうかを検討する。

上表の両者の分担事項のうち、主要な点は次のようである。

1) 陸域地形図について (S / W V.2)

レンネル島の西部に関しては縮尺 1/25,000 の地形図がソロモン政府の手によって作成されている。テンガン湖を中心とする同島東部には地形図はなく、前述の物理探査の測線観測等にあたり、精度上、問題点がでることが予想される。ソロモン諸島政府としてはテンガン湖を中心とする東部レンネル島について、同島西部と同精度の地形図を、早急には、作成する計画はもっていないが、調査を実施するために最良と思われる地形図をソロモン側が、事情が許す範囲内で、提供することを約した。

2) 調査に必要な輸送手段 (S / W V.5)

S / W では調査に必要な輸送はソロモン諸島政府側によって手配されると単に記されている。しかし、ホニアラ～サイト間の輸送についての経費負担はソロモン諸島政府が行うよう議事録 (M / M) に規定された (後記)。

3) カウンターパートの任命 (S / W V.6)

S / W では単に本協力調査においてカウンターパートが任命されることのみがうたわれている。地質専門家 1 名、補助地質専門家 (assistant geologist) 1 名および調査助手 (assistant) 2 名の計 4 名の配置が M / M (後記 2.2) にあげられている。

4) 探査技術の確立と次段階の調査 (S / W VI 3,4)

これら項目の内容は単なる相互の業務分担というより、本協力調査の実施および計画の方針に係わる重要な対処を示している。既述のとおり、含ボーキサイト層に関しては系統的資料を欠くこと、断片的な資料・情報からではあるがそれから予想されるその産状・物性等を

考慮すると、探鉱手順は慎重を期す必要があると思われる。採掘・利用に及ぶ開発可能性の検討は、一連の探査の結果をまって、はじめて着手しうると考えられる。

5) 調査のスケジュール (S/W, VIII)

S/Wには暫定的なスケジュールが示されている。これによれば、昭和54年11月の当事前調査が終了した後、本格調査は昭和55(第1次)および同56(第2次)年度の2ヶ年が予定されている。しかし、第2次年度調査に関しては明確な工程は示されていない。S/W本文中に「1980年(第1次年度調査)の調査結果にもとずき次段階を考慮する」という表現にとどめられた。

第1次年度調査では、まず物理探査のテスト・ラン、この結果をみて物理探査の本格調査、引き続いて底質の採泥実施という、一般的な手順を踏むこととしている。スケジュール表に示された現地調査期間(8~10月)は湖の気象条件は、比較的、平穏にあると予想される(3.5参照)。

2.2 議事録(M/M)について

S/Wとともに資料2による議事録が作成・締結された。以下にその要点につき補足説明する。

(1) 輸送手段(M/M, 2)

特に問題となるホニアラ〜サイト間の人員、機材の輸送手段はソロモン諸島政府側により手配・準備され、その経費はソロモン政府が負担することが規定されている。機材を輸送する場合のサイト間の輸送は、原則として、船便によることが適当である(3.5参照)。

(2) 調査船(M/M, 3)

天然資源省によって調査のために特別設計の調査船が提供されること、および同省がこの資金確保のため、ソロモン諸島政府の関係機関と話し合うことがM/Mに規定された。各論中にも述べるように、テンガノ湖ではカヌーしか利用できず、物理探査や採泥等を行うためにはより大きい船の準備・使用が不可欠と判断される。特殊設計の調査船の手配、設計項目等については、さらに、各論に述べる。

(3) カウンターパートの任命

この項については前記(2.1.(3))参照のこと。

2.3 現地踏査について

今回の事前調査において短期間であったがテンガノ湖の現地につき踏査を実施した。その結果、次の諸事項に関する資料・情報を取得・収集することができた。

(1) ホニアラ〜サイト間の交通・運搬事情

(2) テンガノ湖を中心とする道路等の「インフラ」の状況

- (3) 含ボーキサイト層を主とする湖底堆積物の産状と試料
- (4) 湖を中心とする地形・地質
- (5) 島内における宿泊，交信施設，村落
- (6) 調査用人夫，生活用水，食糧等の雇傭・確保の可能性
- (7) 湖における船とその備船
- (8) 気象・湖象状況

以上，踏査によってえられた情報・資料は今後の本格調査実施の際の重要な参考となるので，各論として，やや，詳しく述べた。

2.4 今後の調査計画について

本格調査は資料1および資料2のS/W, M/Mに基づき実施されることとなるが，調査手法とその技術的課題は次のように考えられる。

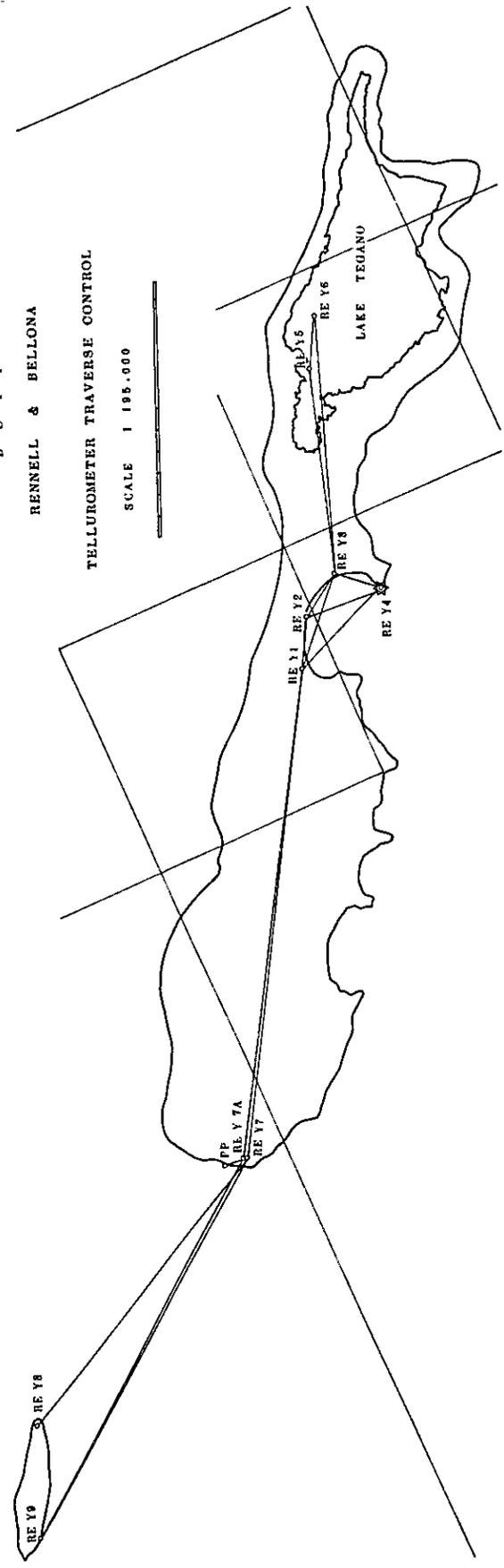
(1) 湖底等の地形調査

テンガノ湖を含む島東部に関しては信頼できる地形図がなく，三角点等の測量基準点の展開は，極めて，不十分である。本格調査に際しては島東部の既知の基準点，または，湖西北部にあるといわれるテルロメーターによる基点（図・3）を利用し，所要縮尺の地形図を作成することとなろう。本格調査では湖底堆積物の実態把握が主たる目的であり，かつ，湖岸付近陸上部の植生，道路状況が陸域地形の実測等に障害の多いことから，湖底地形測定のための測線観測，湖岸陸域部の基準点の設定は電波計測によることとなろう。後記物理探査測線観測についてもこの点は同様である。今回の踏査時点では，電波式精密位置測定のためエレクトロポジク（Electr-O-Posik Model YM-100），テルロメーター（MRD-1）等の使用を考慮し，その主局および従局展開のサイトでの難易性につき予備的検討を行った。湖底地形の測定は音響測深機により，音波探査と同じ測線で同時測定されることになろう。後記のように音波探査，湖底地形のための測線は，各種の制約から，高い密度で設定することはできず，また，利用できる既存資料もほとんどないことから，作成される湖底地形図は，全体としては，高い精度は期待しにくい。従来の湖底地形は縮尺1/100,000で，等深線間隔5mのものがあり，一般的地形の観察にはソロモン諸島政府所有の縮尺1/50,000程度の空中写真がある。陸域の地形図等については，S/W V.2にあるように，ソロモン側が適切なものを本格調査に際し提供する予定となっているが，適切な地形図の確保は今後解決すべき課題の1つである。テンガノ湖の場合には，湖水は半鹹であること，底質の一部に弾性波伝播速度が湖水に極めて近いジェリー状物質があること，気象・海象状況に関連する湖水面水位の変動が予測されていること等湖底地形の測定にあたり留意すべき点がある。

B S I P
RENNELL & BELONA

TELLUROMETER TRAVERSE CONTROL

SCALE 1 195-000



☒・8 テルロメーター・トラバース

(2) 物理探査

本格調査が行われる場合の物理探査については、湖底質の識別・層序・分布の掌握を目的とする音波探査の仕様（測線展開，発振周波数等）および使用機器の大きさ・重量の2つが主要な課題であろう。

測線の展開はS/Wでは「底質とその基盤（3.3他参照）の産状を描くに適当な間隔」とのみ表現されているが、ソロモン諸島政府の当初の希望は500 m間隔のグリッドであった。テナガノ湖の面積からしてこの希望を満たすには莫大な作業量を必要とする。しかし一方、後記(3.4)に述べるように、アルミナ含有量の高い粘土等の底質の産状が、島西部陸上のアルミナ質土壌（ボーキサイト鉱床）に似て、分散したポケット状である場合には前記500 m間隔グリッドでも測線の展開密度は不十分である。測線の展開・配置は、湖底堆積物の分布状態等の資料が極めて乏しい現在、予定作業量・作業能率・最も可能性の大きい産状・開発可能な場合の鉱床立地等諸般の観点から定めるべきであろう。底質を既存資料、今回の踏査結果から、ジュリー状堆積物(A)、珊瑚砂・泥(B)、黒褐色有機物層(C)および粘土・泥(D)に4区分し、その一般層序、基盤石灰岩類との関係を各論3.3に述べた。上記4種の底質は不整合状に基盤石灰岩類を覆うものとみられ、いずれも未固結ないしは固結度が低く、物性上、石灰岩類とは著しい対照を示す。既存の音響測深記録でも固結度の低い底質の存在が識別される。比較的高いアルミナ含有量をもつ粘土・泥(D)の性状把握が、本格調査における主な目的となるが、この底質は他の3種の底質に較べれば固結度がやや高い(3.3等)。しかしながら、音波探査記録の解析・解釈からこれら底質相互が十分に区分しうるか否かは検討課題である。後記(4.3)のように、今回の踏査で採取した試料につき若干の物性試験を行い、層序モデルを暫定して底質等相互の反射係数を算定し、音波探査適用上の問題点が考察された。この結果からみても基盤石灰岩類の上面からの反射は問題なく識別されうると考えられるが、その上位に底質（湖底堆積物）がある場合の底質相互の識別、基盤石灰岩類からの強い反射波から底質の反射を区分すること等は、必ずしも、容易とは考えにくい。

音波探査等の実施に関しては、音源の選定、発振周波数の選択、フィルタリング等の探査法とその仕様につき細心の注意を払うこととなる。このためS/Wにも示したように、測線の展開法も含めたテスト・ランが行われることが妥当となる。

物理探査を行う場合の他の1つの問題は使用機器の大きさ、重量についてである。サイトへの質機材の搬出入が地形、道路状況から制約をうけること、調査船の規模からより軽量・小型のものが望ましいことは各論(3.1, 3.5)に述べた。Eade, J. V (1977)はレイセオン(Raytheon)を搬入したが、機械の障害から測深のみしか行っていない。ソノプローブ、ユニブーム、ソノストレーター、スパーカー等の使用が見込まれるが、前記した音源地の仕様の選択とともに、分解原単位重量の軽い等の点を考慮し機器が選定される要がある。音波探査

における船位測定は前記した電波計測によることとなる。

(3) 採泥（サンプリング）

3.3に後記したように、従来、フレガーコアラ（Eade, 前出）、ビニールパイプ（Eade, 前出）、小型エクマンガラブ（今回踏査）により、少数の採泥がなされた。カヌーしか使用できなかつたため、これらの方式では貫入力、容量等が不足していて、その結果は不満足のものである。今後はより大型のサンプラーによつての不攪乱試料の採取が必要であるが、前記物理探査の場合と同様、機材のサイトへの搬出入、調査船による作業上の制約をうけることとなる。

採泥は先行される測深および音波探査の結果に基づき、音波探査の測線上の要所で、主として実施されることとならうが、一般的に、アルミナ含有量が比較的高いことが知られている粘土、泥が、できるだけ、厚くかつ広範に分布すると見込まれる区域が目標となる。従来の調査資料によつてこのような区域は、現在、特定しにくいのが、基盤石灰岩類の比較的大きい凹地、トラフ、湖心部等はその有力候補であらう。

既存資料の範囲での予測では、底質の累計最大層厚は数m程度と思われるので、当面、その程度の貫入性を備えたピストン・コアラかグラビティ・コアラの使用が望まれる。採泥には後記（3.5）による調査船、または、プラットフォーム（ポンツーン）の利用が考慮されるが、その仕様等につきソロモン側との連絡が今後必要であらう。採泥試料の代表的なものにつき所要の分析・試験が、当然、行われることとなる。

以上は本格調査が実施される場合の主たる野外調査の手法とそれらの技術的課題であるが、これらの調査結果を総合解釈するために必要な湖岸陸域部の地表地質調査および湖底質を含む採取試料の分析等内業も行われることとならう。地表地質調査は適切な基本地形図の入手の確実性に疑問があること、環状丘の外方斜面は露出がよいが多く近より難しいこと、植生が密であること、道路の発達が悪いこと等のサイトの状況から精査はむずかしい。カヌーによつて湖岸部の露出を調査することは容易で必要ではあるが、可能ならば、南北方向に環状丘を切る2～3のルート調査を行い、湖を中心とする地質の大局が把握されることが期待される。

Scope of Work

for

The Geological Study of the Bauxite Sediment Occurring at Lake Te Nggano, Rennel Island, Solomon Islands

I. Introduction

In response to the request made by the Government of Solomon Islands for technical cooperation in conducting an exploration for bauxitic resources of the Lake Te Nggano area of East Rennel, the Government of Japan agrees to offer the service of Japanese expert team for the studies to be carried out in the project site and the transfer of knowledge to the counterparts who are appointed by the Government of Solomon Islands, in accordance with laws and regulations in force in Japan.

The Japanese International Cooperation Agency (JICA), the official agency responsible for the implementation of technical cooperation program of the Government of Japan, will carry out the studies in close cooperation with Ministry of Natural Resources, Government of Solomon Islands.

II. Objective of the Study

The objectives of the study are, to study the occurrence of bauxitic sediments at Lake Te Nggano and to evaluate its possibility for mineral resources.

III. Contents of the Study

1. Bathymetric measurement of Lake Te Nggano using echosounding equipment, on line spaced at intervals appropriate to delineate bottom topography.
2. Geophysical surveying for the bottom sediments and its basement using sonic exploration method, on lines at intervals appropriate to delineate occurrence of the sediments.
3. Sampling and observation of the bottom sediments using samplers and/or diver.
4. Analyses and measurement of chemical and physical properties for the bottom sediments.
5. Data collection and analysis necessary for the study.
6. Preparation of reports.

IV. Reports

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Solomon Islands.

1. Draft Final Report 20 copies, within 4 months after the completion of the field survey in 1980. The Government of Solomon Islands will provide JICA with its comments within 1 month after receipt of the Draft Final Report.
2. Final Report 30 copies, within 3 months after the receipt of the comments on the Draft final Report.

V. Undertaking of the Government of Solomon Islands

1. To provide the study team with the relevant data, information and materials necessary for the execution of the study.
2. To provide the study team with the best topographical map available on land around Lake Te Nggano.

3. To exempt the study team from taxes and duties for materials, equipments and personal effects brought into Solomon Island by the study team.
4. To provide the study team with suitable office space installed necessary equipments and services for the studies in Honiara.
5. To arrange the study team with transportation necessary for the studies.
6. To appoint counterpart-personnel to the study team during the study period.
7. To permit to use walkie talkies and other wireless telecommunication equipments for execution of the field study.
8. To make arrangements for the study team to bring the data, maps, and materials concerning the studies to Japan subject to the approval of the Government of Solomon Islands.

VI. Undertaking of JICA

1. To dispatch the study team to execute the study.
2. To transfer the knowledge for the Solomonian counterparts during the period of the study.
3. To exert all possible efforts to establish the most suitable exploration technique for the bauxitic sediments. If a result of the trial run of conventional geophysical (sonic) profiling for the bauxitic sediment were unsuccessful, it will be discussed by both sides to determine whether the subsequent study in 1980 should be continued or not.
4. Based on the results of the Geologic study in 1980, only when bauxitic sediments at the Lake Te Nggano be presumable as an ore deposit, a feasibility study on the development of the ore deposit, including execution of more detailed exploration, will be examined as a next phase.

VIII. Study Schedule (tentative)

Refer to the attached Table 1.

MINUTES OF MEETING
BETWEEN MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND
JICA REPRESENTATIVES TO DISCUSS
THE GEOLOGICAL STUDY OF THE LAKE TE NGGANO BAUXITE
RESOURCES IN SOLOMON ISLANDS

The Japanese Government, on the request of Government of Solomon Island, despatched a preliminary survey team from 31st October to 21st November 1979. through the Japan International Cooperation agency, (JICA) to carry out the preliminary survey for the geological study of the Lake Te Nggano Bauxite Resources on Rennel Island. The team undertook a field survey and discussions with the Ministry of Natural Resources (MNR) during their stay in Solomon Islands. The main items which were understood by both sides are as follows :

1. Draft scope of work proposed by the team was discussed in detail and agreed as attached.
2. It was confirmed that the transportation between Honiara and the site would be arranged by the Ministry of Natural Resources, and all the cost of transportation should be paid by the Ministry of Natural Resources.
3. It was requested by the survey team that a specially designed ship complete with motor should be provided by the Ministry of Natural Resources for the next geological survey of Lake Te Nggano. It was agreed that the Ministry of Natural Resources would approach the relevant Solomon Island Government departments with regard to the availability of funds for this purpose.
4. It was clarified that labourers necessary for carrying out the field survey should be arranged by the Ministry of Natural Resources.
5. It was requested by the survey team that counterpart personnel who were geologist (1), assistant geologist (1) and assistants (2), should be assigned during the whole period of field survey. The request was agreed by the Ministry of Natural Resources.



(TOSHIATSU BOJO)
Leader of
Japanese Preliminary Survey Team



(JOHN RIDGEWAY)
Acting Chief Geologist of
Geological Survey Department

16th November, 1979

3. 各 論

3.1. 地 形 概 況

レンネル島の東部を占めるテンガノ湖を中心とする地形については、Christiansen (1964)、Taylor.G.R., Hughes G.W (1972) 等に述べられている。しかしこれらの記述内容は、テンガノ湖をふくむレンネル島東半部の詳しい地形図がないことから、主として観察による概観的かつ学術的なものである。同島西部の地形については、金属鉱物探鉱促進事業団(前出)Matsunaga.T. et.al (1978)、国際協力事業団(前出)による陸域ボーキサイト資源に関する調査に関連し、また、ソロモン諸島政府による縮尺1/25,000地形図の出版もあり、やや、詳しく知られている。この報文ではこれら既存文献・資料と今回の短期現地踏査の観察によって地形概況を述べる。

レンネル島が隆起環礁と考えられている1つの根拠はその地形によっている。その地形特徴は平面上の形態とともにその地形断面にあるが、一般的には同断面は図・4に示されるようなものとみられている。すなわち、海岸線を構成する“環状丘”(金属探鉱促進事業団、前出)のいわゆる環礁外方斜面とみられるものは標高最高180m程度の急崖をもっている。テンガノ湖をふくむ島の東半部ではこの標高はやや低いようである。^{注(2)}環状丘の幅は同島西部の多くでは1~1.5kmで、島の内部に向かって比較的ゆるやかに低下し、一般に、緩傾斜の盆地状の低地となる。テンガノ湖一帯では環状丘の幅は1km以下とみられる場所もあるが、環状丘から島の内部に向かう傾面はいわゆる礁原(礁湖斜面)とみられ、カルスト状地形が多くみられるという。島内部の盆地状低地はかつての環礁内湖の跡とみられているが、東半部では現在のテンガノ湖として内湖が残されていると考えられている(金属探鉱促進事業団 前出他)。

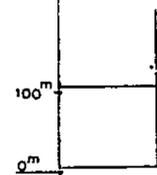
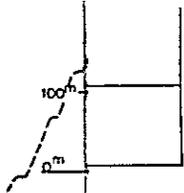
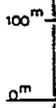
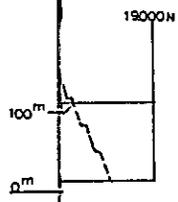
今回の踏査においてはテンガノ湖一帯の地形に関しても十分に調査する時間がなかったが、環状丘の外方海側斜面の形態は海上からよく観察することができた。従来の調査により、この環状丘の外方および内側には数段に及ぶ段丘状地形が^{注(3)}みとめられており、同島の生成過程の一端を物語るものという。この段丘状地形は上記のように環状丘を外方海側からみるときは、場所により観察されたが、踏査時島の出入に利用したツフンガング浜付近では明らかでない。また、環状丘内側にも識別されるという段丘地形はテンガノ湖一帯の今回の踏査では明らかにしえなかった。これらは同島が環状丘やその内側等の大部分が厚い熱帯多雨林に覆われているため、一般に視界に制約があり、植生のため地形の表現を乏しくしていることによるものと考えられる。

今後の調査が実施される予定であるテンガノ湖自体とその湖岸部の地形についても、従来詳しい測量、調査は行われていない。しかし、音響測深器を用いたChristiansen(前出)の10

注(2) テンガノ湖東端部Tigau-Ahangaでは45m(Christiansen 前出)

注(3) “岩棚”金属探鉱促進事業団、前出, “terraced cliff”Grover(1958)

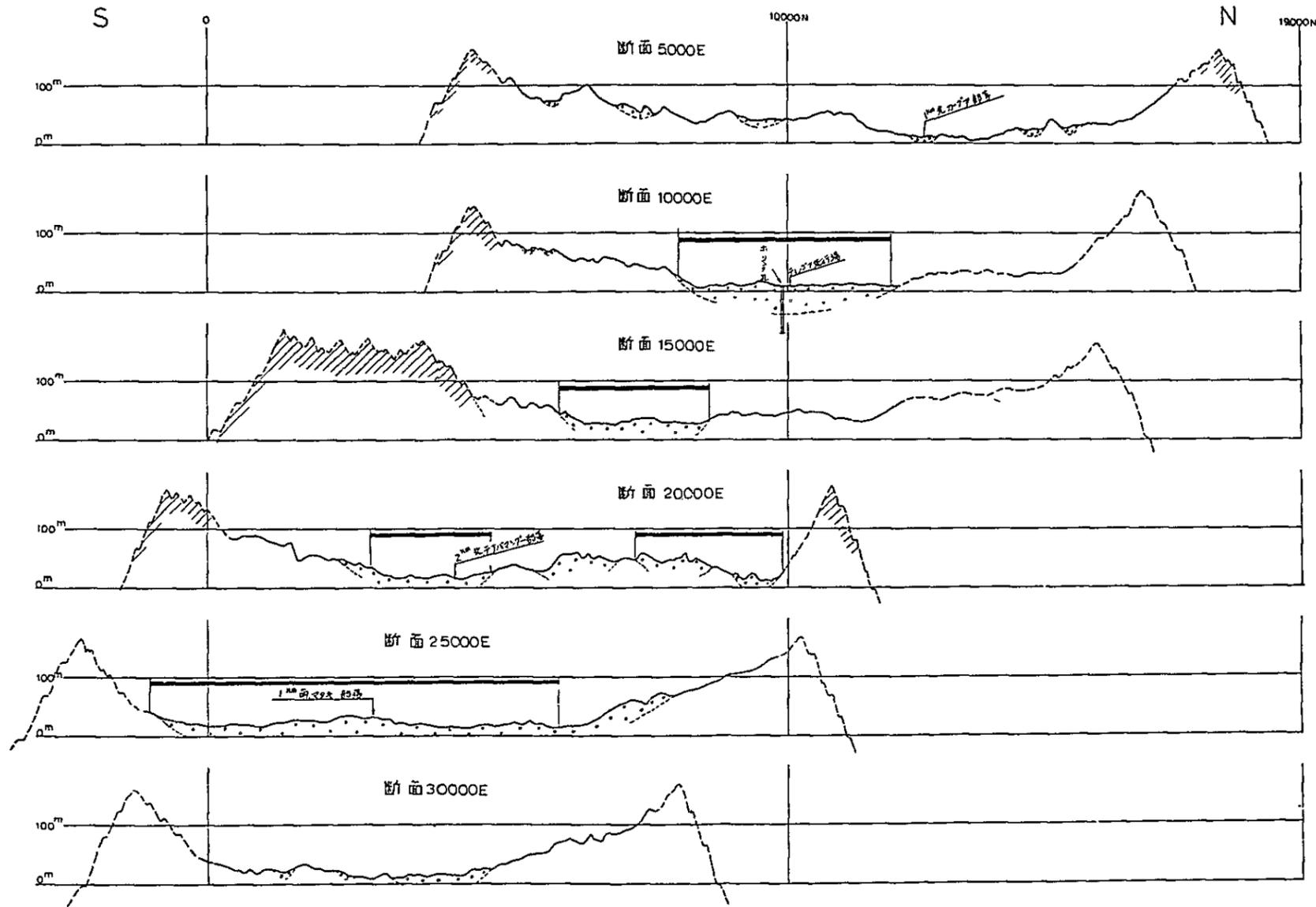
7年度

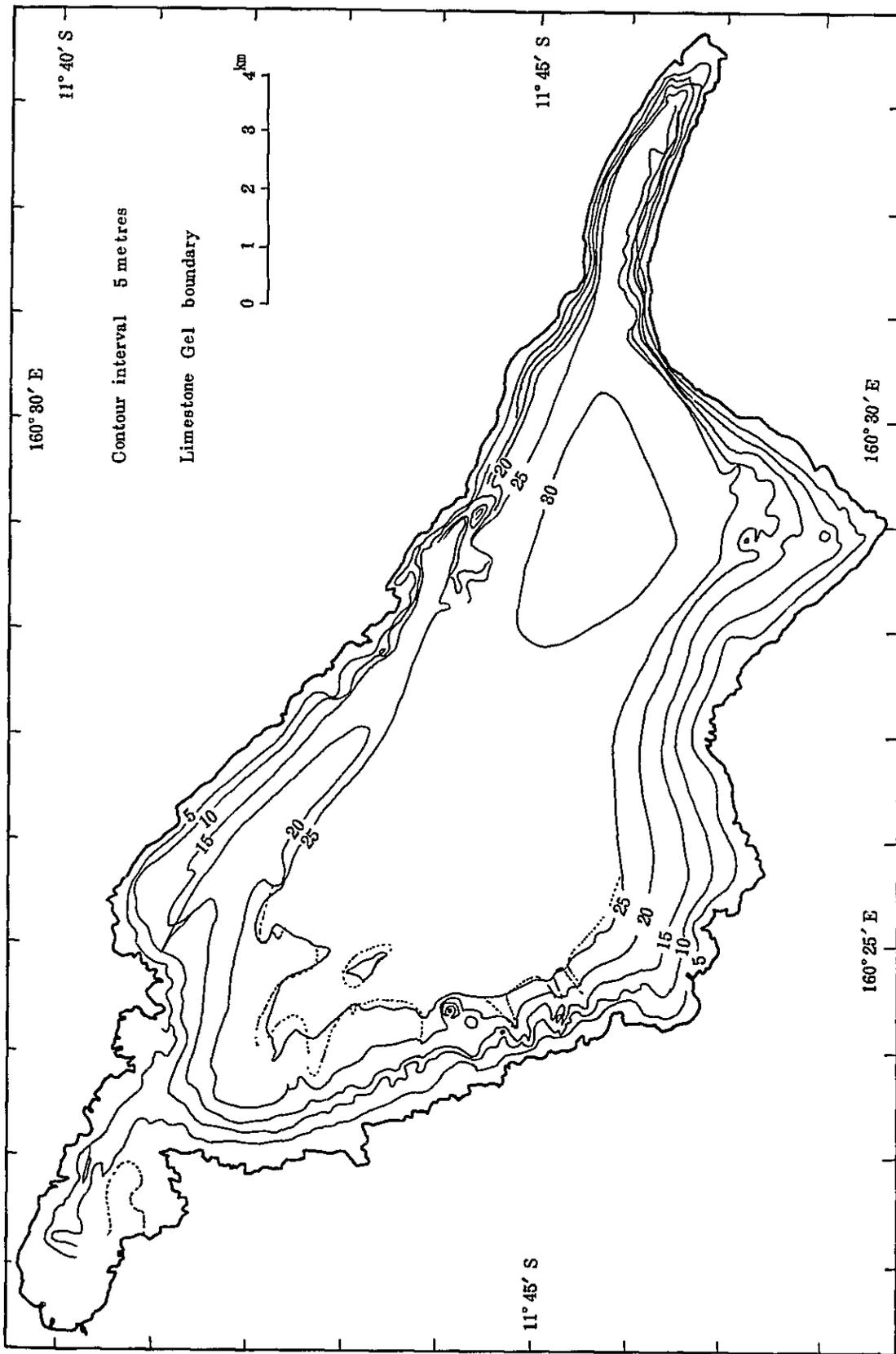


図・4 レンネル島南北断面図

金属鉱物探鉱促進事業団, 昭和47年度
第11図 職用

- 凡 例
-  ドロマイト
 -  砂質石灰岩
 -  造礁石灰岩
 -  ホキサイトポケットの集中分布区域





図・5 テンガノ湖湖底地形略図 (Eade..J.V. 1977)

測線，また，Eade（前出）による112 kmの測深等から極く概略の湖底地形は知られている（図・5 参照）。これらと今回の踏査時の観察を併せると，湖および湖岸付近の地形は次のようである。

- (1) 湖底地形は大局的に平坦であることが特徴であり，東部に水深を増す傾向にあり，最深部は湖の東寄りの個所に期待できそうである。
- (2) 測深記録によれば段丘状地形が識別され，とくに湖北岸寄りに多い。湖北部の Monggama Aso ~ Te Pongga 島付近には小トラフ状の地形が期待できる。
- (3) 湖西部の Nnupani ~ Te Vaitahe 付近には多数の小島を配する湾入部があり，この地形は珊瑚砂等の埋積によって平坦である。一方，湖の東端部にはチアネル状のやや水深の大きい湾入がある。
- (4) 肉眼（いわゆる「のぞき」観察を含む）でみうる範囲の極く水深の浅い湖岸部等においては凹凸にとむ複雑な微地形が観察される場合が多い。
- (5) 前記(3)で一部を述べたが，湖岸付近にはかなり多くの小島が散在している。また，湖岸は一般に2~3 m程度の高さ以下の石灰岩類の岸壁により囲まれているが，カヌー等からの上陸には差して困難性はない。所により数 m以上の湖岸岩壁がみられる。
- (6) 湖岸部の陸上の平坦な部分には村落，ココナツ林，タロ芋畑等がみられるが，このような平坦部分の多くは，Hukuna, Tenggano, Nnupani, Te Vaitahe 等の湖西北部に多い。

以上の地形は同島およびテンガノ湖の起源とその生成過程を物語るとともに，同島の地質をもまた反映していることは次章で述べる。

3.2. 地 質 概 況

地質概況についても，前章地形の場合と同様，既存資料を主としこれに今回の踏査結果を加えて述べる。

同島の地質に関しては，従来，その概略は判明していたが，やや詳細に調査されたのは同島西半部のボーキサイト資源調査（金属鉱物探鉱促進事業団 前出）に関係してであろう。それによれば，同島は各種の石灰岩質岩類からなるが，ドロマイトないしはドロマイト質石灰岩が島のマージンを形成する環状丘の頂部付近にみられる。これらドロマイト類は白色ないし灰白色，硬質であり，肉眼によっては広く同島に分布する造礁石灰岩との区別は困難であるという。

一般にやや標高が低い海岸線と^{注(4)}同島内陸の凸部には白色ないし黄白色，ときに貝類化石を産する。造礁石灰岩が分布するといわれる。同島の内陸部の盆地状分布（以下内陸盆地）には珊瑚石灰岩の消剥物と考えられる珊瑚砂および珊瑚泥からなる砂質石灰岩が広い分布を示す。砂質石灰岩は主として白色で，固結度が低く，小型二枚貝化石を多量に産するという。海岸丘陵地帯に分

注(4) 同島東部では70 m以下と記述されている。

布するドロマイト類および造礁石灰岩のカルスト地形が尖頭をもつスケルトン状の地形である対し、砂質石灰岩は緩かな地形を形成するという。

カルスト地形の凹地を埋めてポケット状にアルミナ質土壌が分布し、これらはテラロッサ型ポーキサイトである。

以上、同島西部における地質は、ドロマイト類、造礁石灰岩、砂質石灰岩およびアルミナ質土壌の4つに大別されている(図・6)。同島の形成・発展は環礁からの産出化石等から第三紀(中新世?)以降と推定されている。

今回の踏査においては湖底堆積物の確認・採取等を主な目的としたため、一般的地質については、ほとんど調査していない。しかし、前記に引用した島西部の地質等も参考とすると、テンガノ湖を中心とする地質の概況は次のようであろう。

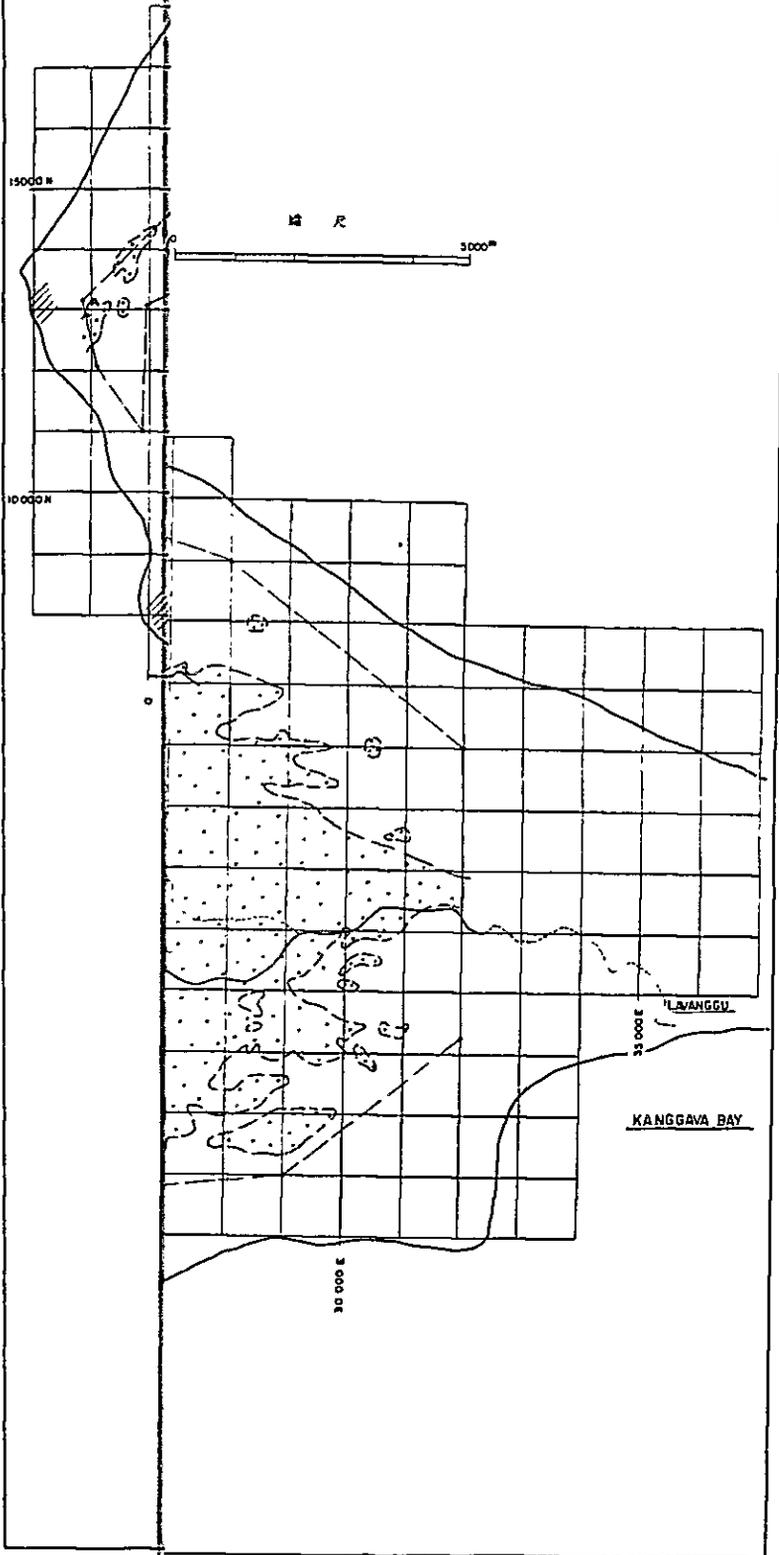
- (1) 大局的には島西部と一連のものとするのが妥当であろう。今回観察しえた範囲においては石灰質岩類が大部分を占める。これら石灰岩類は環状丘外方斜面にとくによく露出し、環状丘内側、湖岸部にも局部的ではあるがやや連続した露出がみられる場合がある。しかし、環状丘の内側、湖岸部の多くの地表部分は石灰岩類の岩屑およびジャングルにより覆われている。
- (2) 上記の石灰岩類のうちにはドロマイトないしはドロマイト質のものがあるかも知れないが、今回は確認していない。石灰岩類は相当に硬く、その弾性波伝播速度は4.0～4.5 km/sec以上と推定される。
- (3) 湖底とくに湖岸近くの湖底では、これらの石灰岩類は複雑な微地形を呈し、いわゆる「rocky Bottom」を形成することは前記(3.1)した。環状丘から湖にいたるいま礁湖斜面における石灰岩類もカルスト地形等かなり複雑な様相を呈するものと思われるが、植生との関係でその詳細は一般に確めがたい。
- (4) 石灰岩類を基盤とし、湖岸付近陸域ではテラロッサ型土壌がみられたが、これらは島西部の場合と同様、石灰岩類基盤の凹所を埋めているものである。

また、湖底においては石灰岩類の凹部や割目等に各種の堆積物があり、この堆積物の一部は本報告書で述べる計画調査の主目的である含ポーキサイト層である。

3.3 湖底堆積物

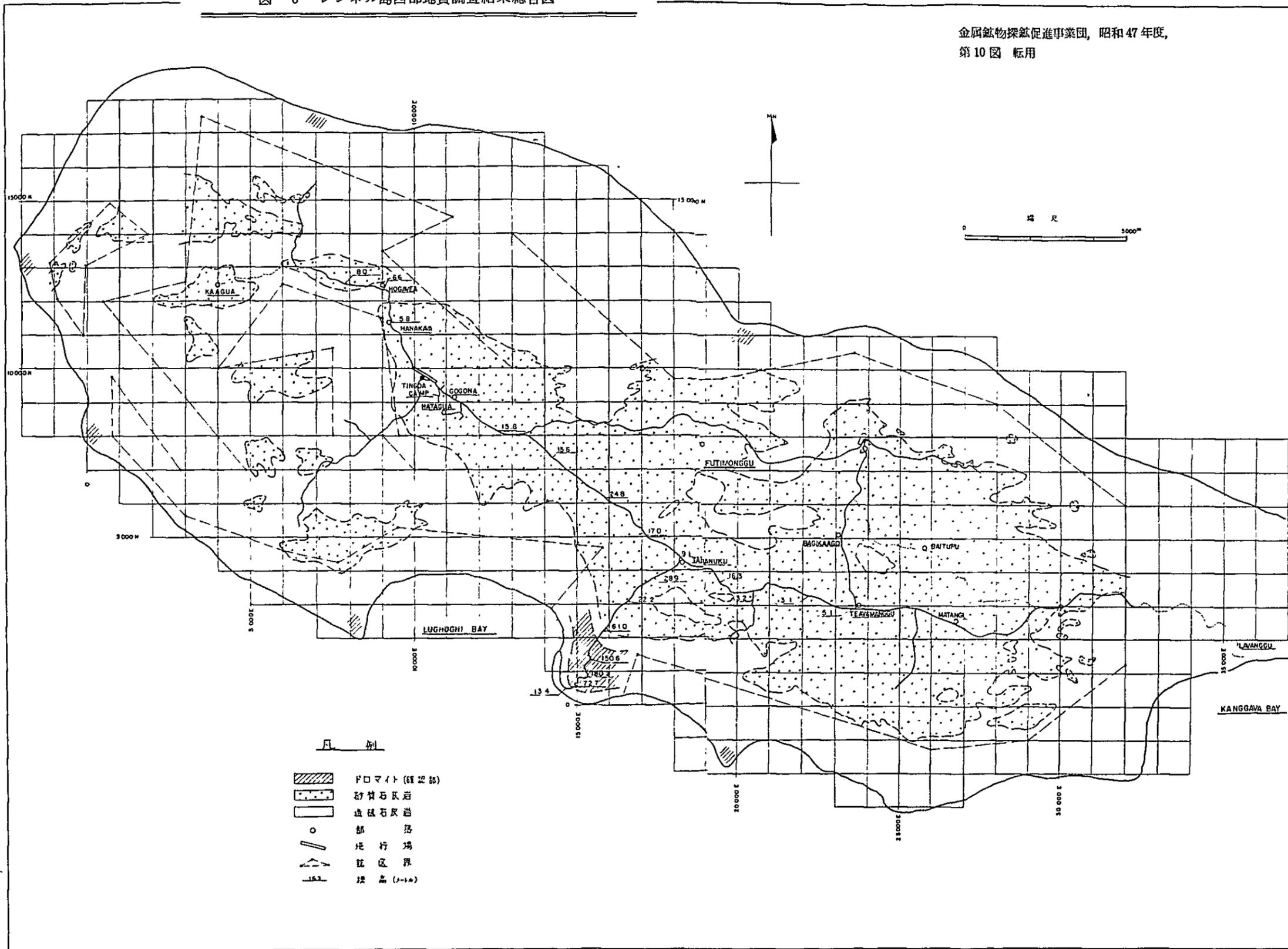
テンガノ湖の湖底堆積物(以下単に底質という。)の観察・採取は、Christiansen(1964)等により、かなり、以前からなされ、その後、Taylor, Hughes(1975)等の化学分析、成因研究がある。底質の概貌を多少とも明らかにしたのはEade(1977)の調査であると思われる。今回の現地踏査は含ポーキサイト層の確認を主目的とし、ダイバー、小型エクマン・グラブ採泥器等による簡易な試料採取と帰国後、若干の試料についてのX線回折試験、化学分析等を行っている。これらの資料によって、現時点で判明している範囲で底質の概況を以下に述べる(図・7,8

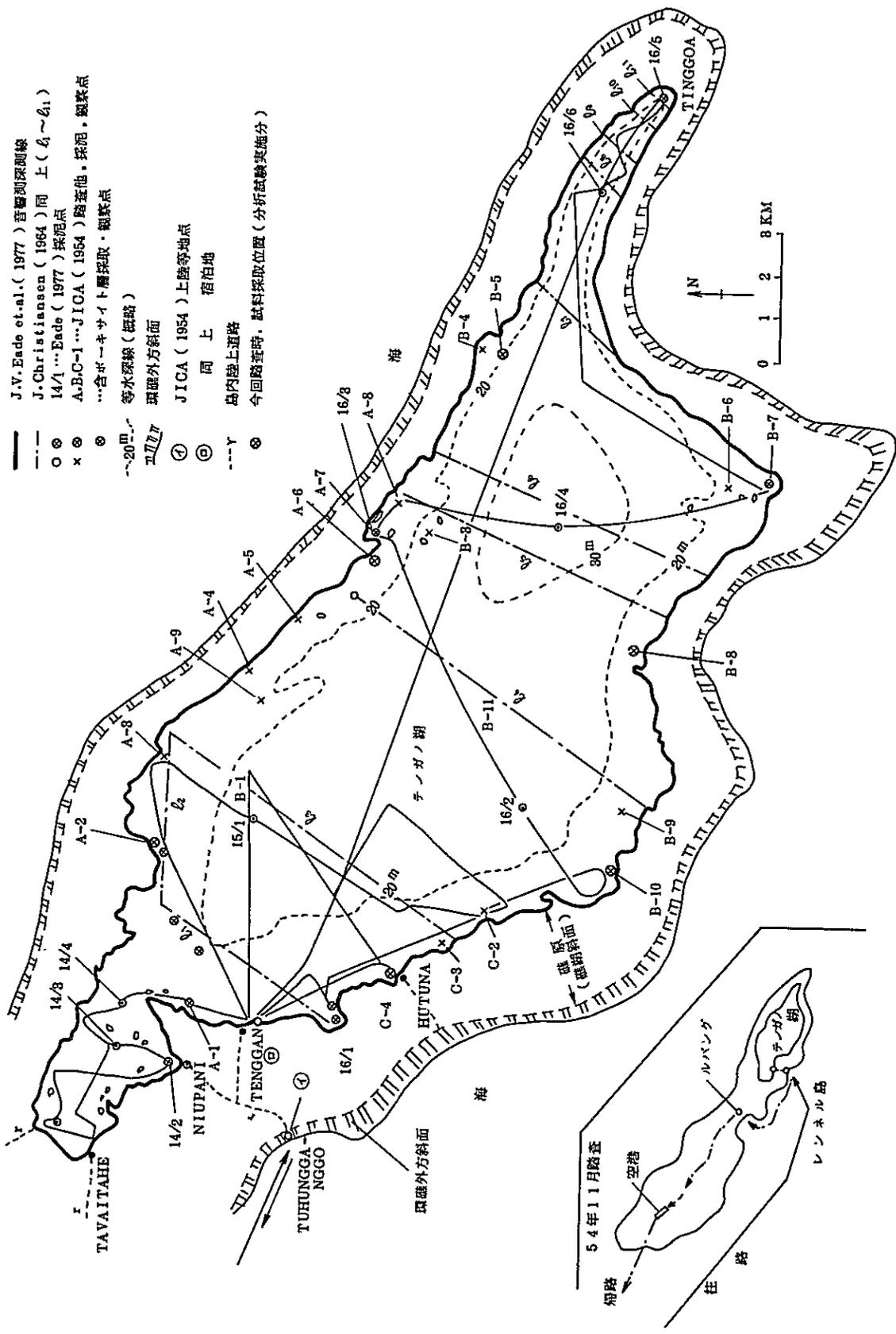
金属鉱物探鉱促進事業団, 昭和47年度,
第10図 転用



図・6 レンネル島西部地質調査結果総合図

金属鉱物探鉱促進事業団, 昭和47年度,
第10図 転用





- J.V. Eade et.al. (1977) 音響測深線
- - - J.Christiansen (1964) 同上 (L₁ ~ L₁₁)
- 14/1 ... Eade (1977) 探照点
- × A.B.C-1 ... JICA (1954) 調査地, 採沼, 観察点
- ⊙ ... 含ガキサイト層採取・観察点
- 20m--- 等水深線 (概略)
- 〰〰〰 環礁外方斜面
- ① JICA (1954) 上陸等地点
- ② 同上 宿泊地
- Y--- 島内陸上道路
- ⊙ 今回調査時, 試料採取位置 (分析試験実施分)

図・7 既存調査測線等略図

表 · 4 底質化學分析表

(Eade . J.V. 1977)

SAMPLE NO:	"REDDISH BROWN GEL"														"GREY GEL"				"GREY CLAY/BAUXITE"			D. BR. ORGANIC MUD
	14/1A	14/1B	14/2A	14/2B	14/2C	14/3A	14/3B	14/3C	14/4	16/1A	16/3A	16/5A	AV:	15/1	16/2	16/4	16/6	AV:	16/1C	16/3B	AV:	
SiO ₂ %	0.47	0.23	0.82	0.07	0.03	0.22	0.22	0.04	0.23	0.41	0.63	0.09		0.10	0.65	1.51	0.34	0.65	0.41	0.20	0.31	0.09
TiO ₂ %	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.09	0.04	0.05	0.25	0.12	0.38		0.10	0.25	0.18	0.18		1.87	1.70	1.79	0.49
Al ₂ O ₃ %	1.85	1.06	1.24	0.57	0.72	1.41	1.63	0.75	1.46	7.35	3.40	10.1		2.59	2.78	5.00	4.96	4.86	40.3	44.6	42.5	10.7
Fe ₂ O ₃ %	0.23	0.52	0.17	0.11	0.25	0.22	0.27	0.62	0.27	1.84	0.67	3.70		0.74	0.99	2.08	1.98	1.91	18.2	18.2	18.2	7.10
(Total run)																						
MgO %	1.21	1.15	0.97	0.84	0.69	1.43	1.47	1.22	1.60	1.32	2.16	1.35		1.15	3.10	2.92	6.35		0.19	0.21	0.23	0.90
CaO %	2.22	1.91	10.3	31.1	26.0	2.22	1.93	1.41	2.50	2.10	3.68	1.94		7.28	37.9	4.88	10.8	15.1	1.03	1.45	1.24	2.54
Na ₂ O %	3.23	2.66	3.06	1.75	1.96	3.92	4.46	4.42	5.50	3.50	3.44	1.93		3.32	1.56	7.35	2.20	3.78	0.23	0.19	0.21	1.55
K ₂ O %	0.16	0.10	0.12	0.05	0.05	0.15	0.17	0.16	0.18	0.13	0.14	0.09		0.05	0.14	0.24	0.09		0.03	0.02	0.03	0.06
MnO %	0.004	0.004	0.002	0.004	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.014	0.011	0.044		0.02	0.04	0.03	0.04		2.24	0.13	1.19	0.034
L.O.I. % 1100°C	92.4	93.1	82.4	64.7	67.5	32.0	91.9	93.7	91.2	83.4	83.3	78.8		84.5	53.9	79.6	68.1	68.5	36.9	31.3	34.1	75.6
TOTAL%	101.85	100.77	98.91	99.02	97.25	101.61	102.11	102.86	102.99	100.23	97.54	98.47		98.54	96.46	103.79	95.04		101.89	98.0		99.13

Analysis by: AMDEL

AM 3820/77 2 August 1977.

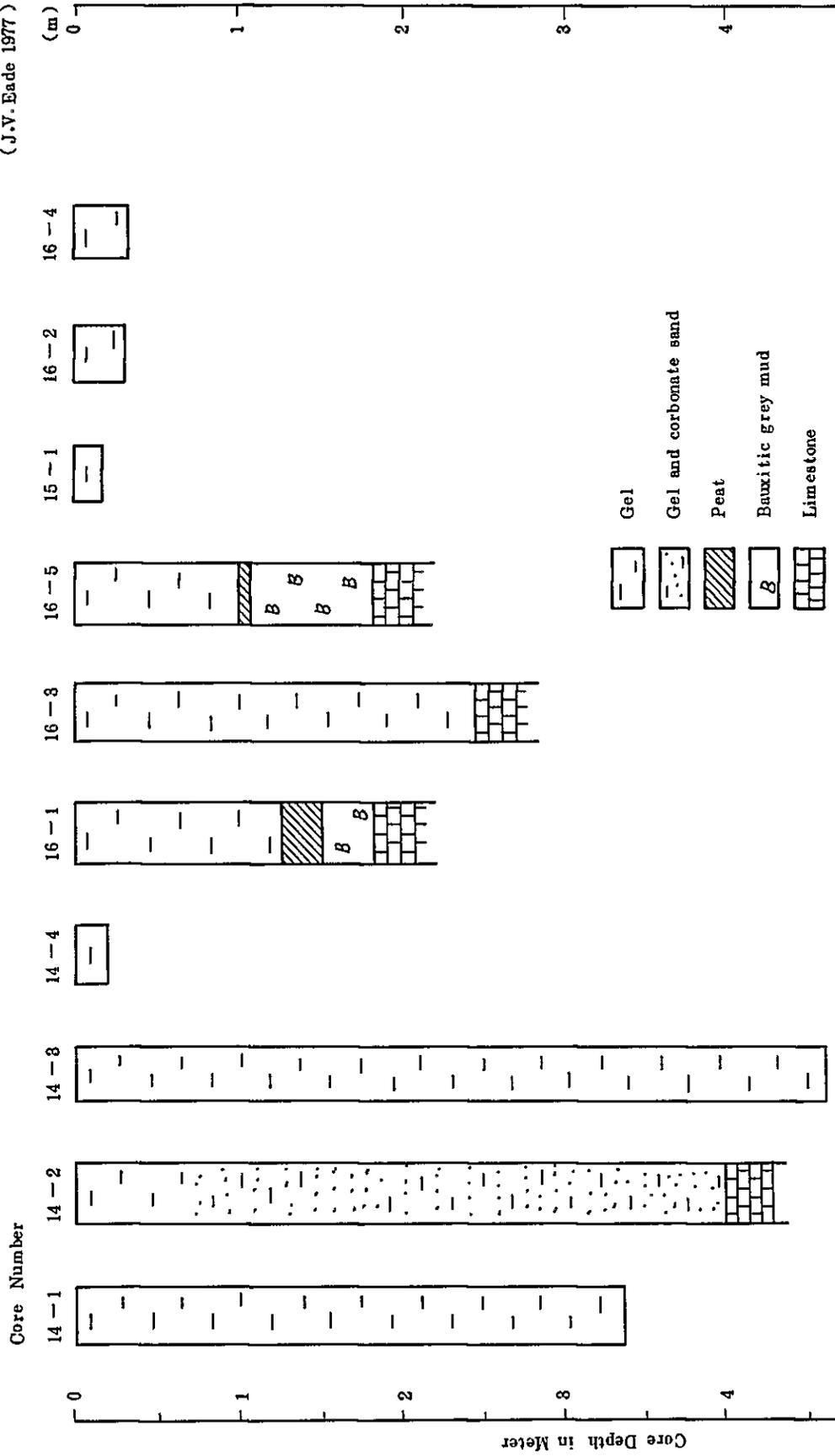
The samples contained large quantities of organic matter as illustrated by the loss on ignition values.

The samples were initially dried and the reported analysis is on a moisture free basis.

By qualitative tests on some samples, Amdel consider most of the sodium is present as sodium chloride and this, in part, can be lost on ignition at 1100°C. This would account for the analysis totals adding to over 100%.

Only two samples: 16/1C and 16/5B showed any significant Al₂O₃, but because the iron appears to be present as a sulphide and due to the large amounts of organic matter present, Amdel have not pursued with the sodium hydroxide leaching tests on any samples.

(J.V. Eade 1977)



図・8 湖底質の柱状図

表・4参照)。

底質は主に肉眼的識別によって、

- A ジェリー状(ゲル状)のもの
- B 珊瑚砂および同質泥
- C 黒褐色有機物(ピート)層
- D 粘土及び泥(ときに高アルミナ分)

に4区分する。この区分は厳密な定義に基くものではなく、Eade(前出)等の区分を参考とした一時的のものと了解されたい。区分相互の中間・漸移的なもの(例えばAの性状を帯びたD)も存在する。

(1) ジェリー状のもの(A)

[産状]

凝固ないしは半凝固の状態で、攪拌によって湖水に容易に懸濁するものが多い。褐、赤褐、灰、緑灰等各種の色調のものがみられるが、湿潤と乾燥状態とでは色が異なるものがある。湖底面または他の底質の表面を覆って極く普通にみられるもので、フレガー・コアラ(Eade, 前出)およびエクマン・グラブ採泥器(今回)で容易に採取される。ただし固結状態からみて、その不攪乱試料をうることは、かなり困難なものと推定される。Eade(前出)によればこの底質は西部の湖尻付近に厚い(3~5m)という。湖の中心部付近の水深の大きい湖底からも採取される。

[鉱物組成]

Taylor et. al(1975)および今回行ったX線回折試験結果(4・3, 表13, 試料B-10)によると、比較的含有量の多い鉱物はハライト(Halite), ギブサイト(Gibbsite), ドロマイト(Dolomite)であるが、これは僅かに2試料の試験結果である。とくにギブサイトの相対含有量が比較的多いと報告された。Taylor et. al(前出)の結果は、後記のジェリー状底質の化学分析値からみて特異例のように思われ、今後の検討を要する。

[化学組成]

Eade(前出)による16例, Taylor et. al(前出)による1例および今回の1例(試料番号B-10)からみると、化学組成は次の範囲内にある。

SiO ₂	0.04 ~ 3.7*	(%) (平均的に0.5(%)程度)
Al ₂ O ₃	0.57 ~ 48.5*	(" 3~4 ")
TiO ₂	0.02 ~ 1.16*	(" 0.74 ")
Fe ₂ O ₃	0.11 ~ 3.70	(" 1.2 ")
MgO	0.64 ~ 2.16	(" 1.7 ")
CaO	1.41 ~ 37.9	(" 10.0 ")

Na ₂ O	1.75 ~ 5.50(%) (平均的に3.5(%)程度)
K ₂ O	0.06 ~ 0.18 (" 0.14 ")
Mn O	0.002 ~ 0.044 (" 0.005 ")
Ing. Loss	64.7 ~ 93.7

(表・4, 14参照)

上記組成範囲のうち, *印のSiO₂の最大値3.7%, Al₂O₃の最大値48.5%, TiO₂の最大値1.16%は, Taylor et.al (前出)の数値であり, それぞれの他の分析値からの偏差が大きい。

[物 理 性]

今回の踏査時に採取した試料1個(B-10)につき含水比, 密度, 弾性波伝播速度等を測定した(表・11)。ゼリー状底質はこの表からも含水比が他に較べて格段に高く, また, 弾性波伝播速度は測定媒体(この場合は水道水)よりも小さく測定された。今回以外にはゼリー状底質についての物理性の測定・試験は行われていないようである。

[そ の 他]

この底質はEade (前出)等も指摘するように有機物をかなり含有するものと思われるが, Taylor et.al (前出)の記述のようなアルミナ含有分が高いものがどの程度あるか否かの検討は今後の調査に待たれる。また, この底質のみが周辺陸域から湖へ供給された真の堆積物であるとするEade (前出)の考察についても今後の留意が必要であろう。

(2) 珊瑚砂および同質泥 (B)

この底質については今回詳しい観察, 試験・分析は行っていない。

泥, 砂ときに礫粒径大の珊瑚石灰岩の破片からなる未固結の砂および泥が「のぞき」による観察, ダイバー, エクマンガラブ採泥器によるサンプリングで頻繁にみられる。これらは, おそらく, かなり広範に亘り湖底に分布するものであろう。一般には淘汰が悪く, 珊瑚砂・泥と呼ぶべきものが多いが, 一部(西部湖尻Uvea 付近等)では淘汰のよいものがみられる。試料採取の際には硫化水素臭を帯びるものがある。この底質はEade (前出)のCarbonate Sand (柱状14-2)に相当するものと考えるが, Carbonate SandはGel (ゼリー状底質) と互層状のものとし柱状図に示されている(図・8)。この底質のより詳しい産状に関し今後調査が必要であるが, おそらく今回の踏査時の経験からして, この底質が厚い場合には採泥の際の1つの障害となると考えられる。

同島西部陸上のポーキサイ資源調査による砂質石灰岩(3・2参照)は, 組成上, ここに述べる珊瑚砂および同質泥と類似性が強い。しかし, 固結度の点において差異があるように考えられるので, 今後これらのことにも留意し, この底質の産状・生成過程を考察する要がある。

(3) 黒褐色有機物層 (C)

この底質は多くは薄層をなして、ジェリー状底質の下位等にみられる。Eade (前出, 図・8) の16-1, 16-5の柱状にも示されており, 柱状16-5では約50cmの層厚とかなり厚い。今回の踏査においてもエクマンガラブによる採泥の場合に, しばしばジェリー状底質と混交して採取された。

一般に植物の葉, 茎, 小枝片とみられる植物原組織を残した有機物と灰色~黒灰色泥との混合体であり, Eade (前出) のPeat という表現は検討を要するよう思われた。この底質についても前記(2)と同様, 今後その産状等について調査・検討すべき点が少くないが, 現在のテングノ湖の還元環境を指示する1つの左証であろう。Eade (前出) はこの有機物層は沈水した古植生であると考えている。

(4) 粘土および泥(D)

〔産状〕

前記(1)~(3)の諸底質に較べ, 一般にこの底質は固結度がやや高く, 他から識別されうる。しかし, その固結度は指で押せば容易に変形する程度のものである。

灰, 灰白, 白, 青灰ときに赤褐等各種の色調を呈するが, 湿潤と乾燥状態とでは色調が変化するものが多い。石灰岩類の凹所, 割目から, ダイバー, 塩ビ・パイプ^{注(5)}の使用により, 容易かつ頻繁に採泥しうるが, ジェリー状底質に覆われている場合が多い。従来の調査および今回の踏査では, この底質が採泥されたのは湖岸付近の極く水深の浅い部分(水深7-8m以浅)からのみであり, これは用いた採泥法の限界に起因するものと推定されるが, 今後より水深の深い部分, 湖岸から距った部分についての調査が期待される。

〔鉱物組成〕

Taylor et. al (前出) の1例と今回踏査による5例のX線回折試験の結果から, 主要な鉱物組成を示すと, ギブサイト, 黄鉄鉱(Pyrite), 方解石(Calcite), アラレ石(Aragonite)である(表・13)。

今回踏査時試料の試験結果から, 相対的含有量の多少を問はない場合は, 全試料につき検出されたものは, ギブサイト, 黄鉄鉱, 鋭錐石(Anatase)であり, その他, ハーライト(Halite)およびアルーナイト(Alunite)も少量ながら, しばしば検出された。

アルミナ鉱物および鉄鉱物に関しては島西部陸上ボーキサイトの鉱物組成と関連して後記する。

〔化学組成〕

Eade (前出) の2例, Taylor et. al (前出) の1例および今回踏査時資料の5例の分析結果により, 化学組成の範囲等をみると次のようである。

注(5) いわゆる down pipe (Eade, 1977)

SiO ₂	0.05 ~ 4.20 (%)	(平均的に 0.7 % 程度)
Al ₂ O ₃	24.12 ~ 44.82	(" 37 % ")
Ti O ₂	1.7 ~ 1.82	^{注(6)}
Fe ₂ O ₃	8.58 ~ 18.2	(" 14 % ")
Mg O	0.19 ~ 0.21	
Ca O	1.08 ~ 1.45	
Na ₂ O	0.19 ~ 0.23	
K ₂ O	0.02 ~ 0.03	
Mn O	0.13 ~ 2.24	
Ing.Loss	31 ~ 37	

上の分析値のうち SiO₂ の組成範囲の最大値 4.2 は Taylor et. al (前出) の灰色泥のものであり、他の分析事例の値に較べ著るしく偏差している。島西部陸域の含ポーキサイト土壌の化学組成との比較等については後記する。

〔物 理 性〕

今回踏査において採取した 5 試料につき含水率、含水比、密度、弾性波伝播速度等を室内測定した (表・15)。このうち試料 B-5 の含水比は他の 4 試料 (A-2, A-6, B-8, C-4) に較べ 1 桁大きく、ジェリー状底質 B-10 のそれに近ずいている。B-5 の物性はこの項で述べる通常の泥、粘土に較べて、ジェリー状底質により類似性があるようである。この粘土および泥から成る底質は、ほぼ、湖水に近い弾性波速度をもつものが多いと考えられる。

〔そ の 他〕

この粘土および泥から成る底質は、おそらく粒度、化学組成、色調、鉱物組成等からさらに細分が可能と思われる。1 試料につき実施された粒度組成は粘土領域のものが大部分であり、その場合 - 400 メッシュ等の細粒部にアルミナの濃集がみられている。

以上は底質を 4 区分し、現在までの知見をそれぞれにつき総括したものであるが、一般的に認められるそれらの層序は次である。

ジェリー状底質 (A)
珊瑚砂・泥 (B) , 黒褐色有機物層 (C)
粘土および泥 (D , とくに高アルミナ分) (discordant)
 石灰岩類 (基盤)

今回踏査した限りにおいても上の層序関係は飽くまで一般的なものであり、底質 A ~ D 相互

注(6) TiO₂, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, MnO についてはそれぞれ 2 例の分析値にすぎない。

および基盤との関係には各種の組合せがあることが認められる(図・8)。^{注(7)}

アルミナ分は白色ないしは灰白色等の明色の泥または粘土に概して高い含有を示すとみられている。しかし、赤褐色の粘土状底質のうちにも高いアルミナ含有量を示すものがあると報じられていることもあり、底質の色調とアルミナ含有量との関係については検討を要する。

3.4 湖底堆積物(底質)の資源的予測

底質中のあるものにかかなり高いアルミナの含有があることが、Taylor et. al (前出)等により注目されてきた。その後 Eade (前出)等の調査によってその概況が逐次明らかにされてきている。しかしながら、テンガノ湖は相当に面積の広い湖であるにかかわらず、従来そこに実施された底質採取、その試料の分析・試験等は前記3・3のように極めて限定されたものである。底質に関し現在知られている範囲においては底質をアルミナ資源即ちボーキサイト鉱床として見做すことは尚早である。

これに関する概況を以下に総括して、若干の考察を行うこととする。

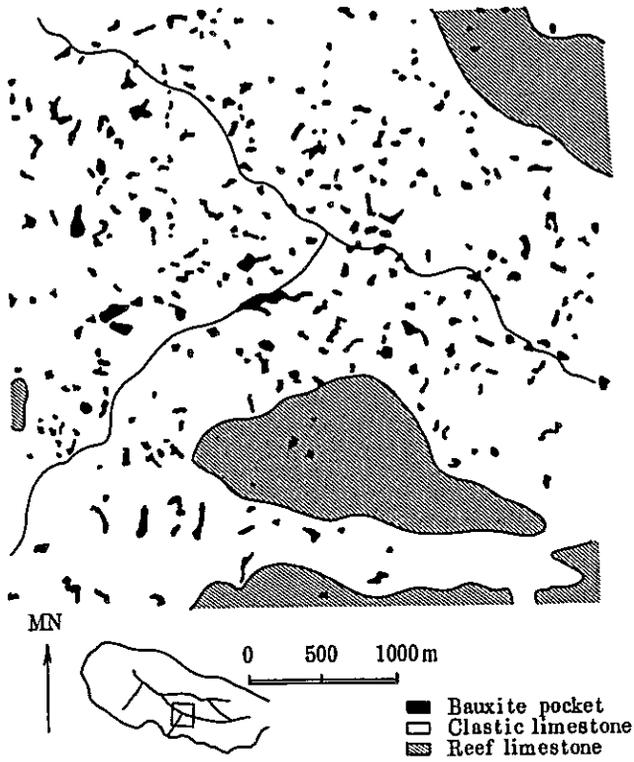
[分 布]

現在までの採泥によって比較的高いアルミナ含有量を示した底質は、既述のように、泥または粘土である。これらはすべて湖岸から程遠くない、水深最大7~8 m以内の範囲から得られたもので、多くは基盤石灰岩類の凹所、割目等のポケット状部からのものである。また、その層厚はせいぜい数10 cm (従来の採泥ではEade (前出)の0.8 mが最も厚い)程度までである。このアルミナ含有量がやや高い底質が水深のより深い湖盆部等にどのような形態・規模で分布しているかは、現時点では、ほとんど不明である。

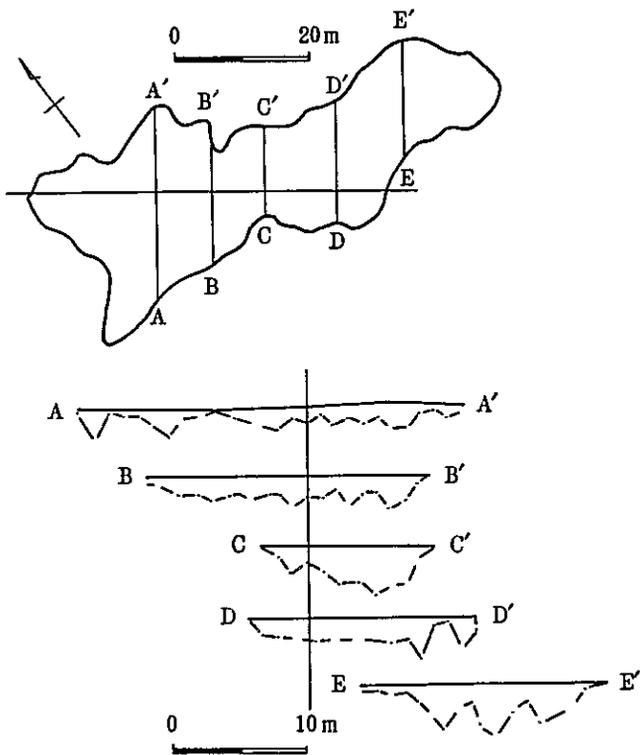
レンネル島西部陸上のボーキサイト資源の分布・規模等に関する金属鉱物探鉱促進事業団(前出)。Matsunaga, T. et. al (1978)等の記載によれば、アルミナ土壌は全島にわたり、カルスト地形の凹地をうめポケット状をなして分布し、テラロッサ型ボーキサイトに属するという。とくにこれら土壌ポケットは、一般に砂質石灰岩の広く分布する島の中央部に集中するが、これは小規模で分散した分布状態を示している(図・9, 10)。

湖底における含アルミナ質の底質が、もし島西部陸上のそれと同様な成因によるものとするれば、含アルミナ質底質の分布は上記の陸上の場合に似た形態をとる可能性がある。しかし、後記のように高アルミナ質の底質は鉱物組成、化学組成等の点からみても陸域のそれとは同一のものとは言い難く、一方現状等からみても同島西部とテンガノ湖のある東部とでは地史を異にしている。同島のボーキサイトの成因についてはTaylor, Hughes (前出)。Matsunaga (前出)によって論じられ、今後の調査の場合、極めて重要な検討課題の1つである。

注(7) ここにいう基盤との関係とは、例えばAが直接基盤と接するような場合を意味している。底質A~Dと石灰岩類基盤との関係は常に不整合ないしは discordantと見做しえよう。



図・9 ポーキサイト・ポケット分布図
 (Matsunaga et. al 1978.)
 (Fig.3 転用)



図・10 単一ポーキサイト・ポケット
 断面図
 (Matsunaga et. al, 1978.)
 (Fig.4 転用)

〔品位等〕

テンガノ湖の底質についての現在までの数少ない分析・試験結果は3・3に述べたように泥、粘土中にアルミナ含有量がかなり卓越したものが認められる。しかし、分析数が限定され、また、不攪乱試料によるものが少いので詳細は不明であるが、アルミナその他化学組成にはかなりのばらつきがある。金属鋳物探鋳促進事業団（前出）による島西部陸上ボーキサイトの化学組成はアルミナ・シリカ含有量に関し、かなり変動の少ない定安した品位をもつものとされる（表・5・6）。

表・5 試料分析結果総括表

（金属鋳物探鋳促進事業団，昭和47年度，第19表転用）

試料種	試料数(個)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
土 壤	3,043	48.05	0.17
石 灰 岩	529	0.07	0.17
有機質土壌	60	18.68	0.34

表・6 土壌試料中のアルミナおよびシリカの含有量

（金属鋳物探鋳促進事業団，昭和47年度，第20表転用）

	アルミナ含有量 (%)					シリカ含有量 (%)			
	39.99 以下	40.00 ~44.99	45.00 ~47.99	48.00 ~50.99	51.00 以上	0.09 以下	0.10 ~0.49	0.50 ~0.49	1.0 以上
試料数	10	57	1,869	1,505	102	740	2,267	35	1
比率(%)	0.3	1.7	45.0	49.5	3.5	24.3	74.5	1.2	0.0

アルミナ含有量については、湖底質のものは島西部の陸上のものに較べかなり低い傾向にあり、シリカに関しては、今回の踏査試料（A-2，A-6，B-5，B-8，C-4）に関する限りでは、ほぼ同様のレベルにある。また、三価の鉄（Fe₂O₃）についても、ほぼ同様レベルとみてよい（表・7）。チタン酸化物（TiO₂）、リン酸化物（P₂O₅）に関しては、今回踏査試料につき分析していないので比較はできない。

底質中のあるものは“白ボーキサイト”と呼ぶものという意見もあるが、これに関する鋳石処理的の試験・研究は一部の未公表分を除いて実施されていないようである。

以上からテンガノ湖底質に関する含ボーキサイト層の調査・検討は極めて初期の段階にあり、その資源的評価は今後に残されている。

表・7 ボーキサイトの化学組成

(Matsunaga et. al. 1978.)
Table 2 転用

Samples	(1)	(2)	(3)	(4)
Al ₂ O ₃	49.5	48.1	51.4	51.6
Fe ₂ O ₃	14.5	16.7	13.3	13.9
SiO ₂	0.20	0.30	0.12	0.20
R-SiO ₂	0.09	0.13	0.02	0.07
TiO ₂	1.81	2.10	1.42	1.69
P ₂ O ₅	2.29	2.10	2.20	2.52
T-Carbon	0.94	0.55	0.53	0.50
O-Carbon	0.85	0.41	0.38	0.43
Loss on ignition (1100°C)	30.0	28.8	30.2	29.5
Moisture (110°C)	31.2	29.5	30.5	32.3

3.5 現地踏査

今回実施した現地踏査によってえられた知見、資料のうち、地形、地質および底質に関しては前記(3.1~3.4)および後記の分析試験報告(4.3)に示した。以下は、今後テングノ湖底質等につき本格調査が行われる場合の参考とし、今回の踏査の状況、サイトへのアクセス状況等につき補足説明する。

[期間・参加者]

昭和54年11月8日~同月15日(往復を含め8日間、前記1.4 表2参照)。参加者5名^{注(8)}(坊城、立石、以上JICA、S.Danitofea、S.IKO、I.Poloso 以上ソロモン諸島政府地質調査局、4.1参照)

[ホニアラとサイト間の交通]

往路：船便、BILIKIKI号(ソロモン政府所有、国内諸島巡航路、250GT、エンジン

Akasaka 600Hp、旧日本漁船、ホニアラ~レンネル島間 約24時間)

帰路：航空便、機種ノーマン・アイランダース(ディンゴア空港~ホニアラ空港、航行時間

65分、チャーター便)

今回の踏査では上記の交通手段によったが、サイトへの便には海路および空路がある。

海路は1~2ヶ月に1回不定期周航便があるといわれるが、日時に制約のある本件事前調査の

注(8) テングノ湖サイトでは案内役としP.Swaika、J.Teikaの2名。ダイバーが現地参加。

注⁹⁾
 ような場合には、實際上、この周航便の利用効果は少いとみるべきである。今回のようにソロモン政府側から専用便を出してもらうのが最も確実であり、とくに調査機材を携行するときにはこの専用便によってサイト最寄の泊地に直接連絡することが不可欠となる。

ホニアラ～サイト間の直距離約180 kmを、海路(前記BILIKIKI号、平均速度約6ノット位)での所要時間は約24時間であった。往路(11月8日、9日)においては、概ね晴天で、船の動揺は少ない。

空路では、水上機利用の場合を除き、下の通りとなる。

(約1時間)	(1-2時間)	(約1.5時間)	(約1時間)
ホニアラ空港	ティンゴア空港	ルバング	ツフンガング
—————	—————	—————	—————
(航空機)	(トラクター)	(船)	(徒歩)

空路は、諸条件(トラクターの手配他)が整えば、時間的には有利である。ホニアラ～レンネル島ティンゴア空港は週2便(月、金、ソロモン航空)が利用できるほか、航空機のチャーターが可能。しかし、空路利用の際は、サイトに直行ができない。レンネル島内でのトラクター、船の手配は簡単でない。重量物の運搬は不向きである等の理由から、少人数の人員のみの移動とか、緊急時以外には、ルートとしては適当でないと考えられる。注¹⁰⁾

サイト最寄りのツフンガング浜またはルバングとサイト間との運搬・交通手段には問題がある。この点については後述する。

[湖を中心とする島内道路等]

ルバング部落以東の湖を中心とする地域には、ニューパニ(Nnupani)、テンガノ(Tengano)、フツナ(Hutuna)、テバイタフ(Tevaitahe)の主要部落が湖岸沿いにあるが、その部落間の主な連絡はカヌーによりなされている。また、湖岸にはココナツ林をとともなう耕作地(仮設小屋もある)が多数みられるが、それらとの間の連絡・交通も、殆んどがカヌーによっている。したがって、ニューパニ～テンガノ部落間、ニューパニ、テンガノ部落～ツフンガング浜、その他を除いては道路の利用はほとんど見込みがない。上記の連絡道路は人間のすれ違いが可能な程度で、石灰岩、岩屑上を飛石伝いに行くようなジャングル内のこみちが大部分といわれる。注¹¹⁾このような状況から、湖周辺の地質調査および測量の実施、重量物の搬出入に対し、

注⁹⁾ 55年4月から日本の無償供与によって新造船が周航している由であるので、状況は若干改善されるものと思われる。

注¹⁰⁾ ホニアラ港～ツフンガング(Tuhunggango)浜沖所要時間。途中レンネル島カンガバ湾で一般客下船のため約15分間停船。

注¹¹⁾ ホニアラ～ティンゴア空港はビーチバロン、ノーマンアイランダーズの軽飛行機のみが利用可能。トラクターは踏査時島に1台のみが運行。ルバング～ツフンガング間はグラスファイバー・ボート(長約6m、巾1.5m、船外エンジン付、7～8人乗り)を今回は利用した。

注¹²⁾ 今回はテンガノ部落～ツフンガング浜間の山道のみを歩いている。

島内の道路状況は大きな制約を与えるものと考えられる。^{注⑨}

今回上陸したツフガンゴ浜および北西に約15km程度離れたルバング部落が面するカンガバア(Kanagava)湾はともに砂浜であって、港湾施設というべきものはない。カンガバア湾の港湾施設計画については島西部陸上のボーキサイト開発計画に関連して調査・検討されたことがある(国際協力事業団 前出)。

〔気象・湖象〕

今回の踏査に関連し知られた限りでは、同島西部チンゴアにおける降雨量調査、前述のカンガバア湾港湾施設計画調査に際する波高(海域)、風向等調査、およびソロモン海全般の風向、風速調査(英国海軍)等若干のものがある。しかし、レンネル島に関する気象・海象等の資料は信頼できる長期観測資料はほとんど皆無に等しいとされている。

今回踏査に当り島民の一部から聴取した湖象は次のようである。

クリスマス

1月	}	クリスマス以後3月末頃までは颱風(サイクロン)のくるおそれが多い。								
2月		}	風向 NW, 降雨量がかなり多い。							
3月										
4月	}	4月～クリスマス比較的平穏	}	風のでる日やや多い	}	6～8月頃 風向 SE, E				
5月						 5月最も平穏			
6月										
7月					}	10～クリスマスまで平穏の日が多い	}	9～クリスマス頃 風向, NE, NW, N	}	11,12月頃 降雨量が多い
8月										
9月										
10月										
11月										
12月										

クリスマス

レンネル島は全般的には、平均気温27℃、最高36℃、最低17℃といわれており、湖水温についてはWolf, T. (1965)他の測定がある。これらはいずれも系統的、長期観測データではない。今回踏査時の気温等に関する断片的な測定資料を参考までに下に示した。

11月10日 a.m 7:26 気温30℃
a.m 11:14 湖水温(表面)27℃
p.m 4:05 気温30℃(湖上カーヌー)

注⑨ 島民は道路状況によく順応しているが、2～3人掛で運びうる機材は重量の点からは、おそらく100kg程度と思われる。

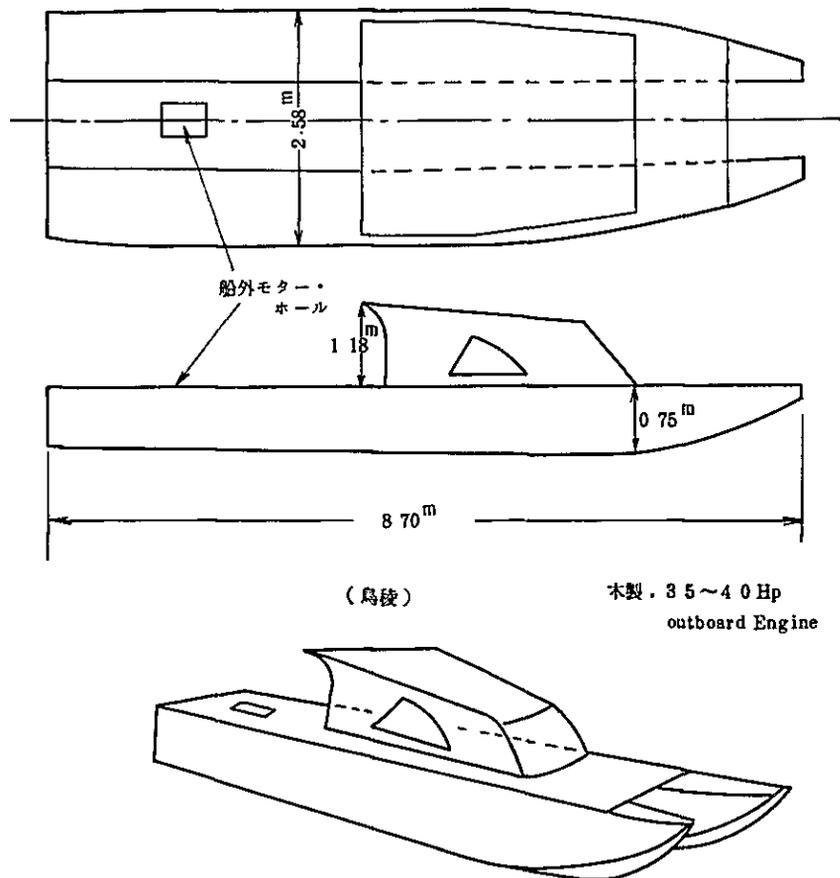
ジェリー状底質 27°C (水深 27 m から採取直後)

11月11日 a.m 8:00 気温 28°C
p.m 1:45 気温約 35°C (直射日光下)
11月12日 p.m 3:00 気温約 33°C
11月13日 a.m 7:30 気温 28°C, 湖水温 (表面) 27°C

テンガノ湖の湖上作業は気温の点からは差したる問題は予期されないが、カヌー等の小船では操舵を誤れば転覆のおそれがある程度の風波は頻繁に発生するとみるべきである。一般的には湖上作業が適する期間は5月～クリスマス前までとのことである。

〔調査船〕

テンガノ湖にはカヌー以外の船はみられなかったが、今回の踏査では船外機付の長約7 m、幅0.9 m、深さ0.35 m程度のカヌーを操舵手つきで傭船した。従来の実績 (Eade, 前出等) から推定すると、このようなカヌーへの積載重量は400 kg程度が限度と考えられ、音波探査機器、ピストンコアラ等の使用は困難と思われる。M/Mに記されているように、本格調査の場合にはソロモン諸島政府が適当な規模の調査船を新造、提供することとなっているが、当面、図・11に示すような仕様の双胴船を考慮・検討した。この船はソロモン政府が水産調査用とし



図・11 調査船仕様概略

て所有している木製のものであり、ホニアラ市の地質部のある倉庫構内で実物を見ることができた。^{注04} 今後適切な調査船の設計、作製、テンガノ湖への搬入等につき早急に検討し、必要に応じて地質部担当者との連絡・打合を要する。今回の踏査で備船したカヌーに装着してあった船外エンジン（モーターボート用25～40馬力程度）はホニアラにおいて購入が可能である。

〔器材の搬出入〕

ホニアラ～レンネル島間の交通・経路等については前述した（M/M他）が、携行器材の容積・重量からレンネル島への搬出入は海路・船便で、おそらく200～300トン以上の船がソロモン諸島政府によって手配・提供されると思われる。したがって、ソロモン側カウンターパートを含めた調査員、器材、食糧等のホニアラ～レンネル島間の交通・運搬には、ほとんど支障はないものと思える。問題は湖最寄のツフンガング浜への器材の積下ろしと、それらの浜～湖間の搬出入とである。ツフンガング浜はやや広い砂浜で、浜自体は器材の積下ろしに問題はないが、汀線付近から沖合にかけて現成珊瑚礁がみられて遠浅であるので200～300トン以上の船は沖がかりとなる。今回の踏査の際には船と浜との往復にはグラスファイバーボート（船外機付、長6m、巾1.5m程度で7～8人乗り）によった。ツフンガング浜の背後には高さ90m程度の石灰岩の急峻な環礁外方斜面が海に迫っている。湖との交通はこの斜面を登り下りするが、斜面には人間1名の通過のできる岩場径があり、環状丘の頂部直下の10m程の間は数段のコンクリート階段で鉄鎖が備えてある。島民は20～30kgの荷を担いでそこを運搬する。今後の調査器材の搬出入に当っては、ロープ、滑車等の利用により数人がかりで器材の積下ろしを行うこととなろうが、150kg程度が限界であるように思える。いずれにしても精密な測器類の搬出入には防振ケースの利用等細心の配慮が必要である。環状丘と湖をつなぐ斜面部の道路については前述したが、重量物の搬出入には工夫を要しよう。

なお、緊急時の人員、器材の湖への搬出入については小型水上航空機の使用が可能といわれるが、その手配、運搬容積・重量には制約がある。

〔交信、雇傭、宿泊施設等〕

ホニアラ～サイト間には、電話・無線等の常設交信施設は存在しない。今回の踏査時にはソロモン側カウンターパートは地質部所有の携帯用無線電話機（Squadcal、英国陸軍、8チャンネル）を使用し、ホニアラとの交信が行われた。調査に用いるウォーカー・トオキイ他の交信機の使用許可についてはソロモン側が責任をもつこととなっている。

調査に必要なダイバー、カヌー操舵手、労務者は湖西北部のテンガノ、ニューパニ、フッナおよびテバイタフェ部落（4部落で人口約600人）から雇傭が可能である。また、湖の西北方約20kmのルバング部落には島西部陸上ボーキサイト資源調査の際雇われた現地人の幾人か

注04 略同様な仕様で一廻り大きいものが廃船とし、ルバングの浜に引き上げられているのがみられた。

が今回踏査の時点では居住していた。

湖岸のテンガノ等の部落が、おそらく本格調査の場合の基地となるであろうが、島民の家屋のうち適当なものを借上げることができる。家屋はいわゆるニッパ椰子葺のものが大部分だが、トタン葺も一部にある。電気・水道・ガス等の設備は全くなく、調度品も大部分携行する必要がある。本格調査にあたっての生活用水、炊事、作業机等の手配・確保について、現在、ソロモン側と折衝中である。

今回の踏査の帰路、レバング部落に立寄ったがそこには小型の自家発電設備があり、電灯、冷蔵庫がみられた（発電設備は運転していなかった）。また、天水利用のドラム缶による簡易なシャワー設備がある。湖水は半鹹であるので飲料には適さないが、洗濯、水浴、食器洗い等には支障はない。島内にはタロ芋、ココナツ椰子、テラピヤ等若干の食糧があり島民の自足に供されているが、本格調査の調査メンバーの食糧としては量的に期待されない。本格調査にあたっての食糧、食器類一切はホニアラで購入し搬入が必要である。

テンガノ湖サイトには、以上のように、店舗はなく、調査用器材のほとんどの部分は持ち込みが必要となるが、ガソリン・灯油等の油類、ワイヤー、ビニールテープ、鍋・釜等灯事用具、電気ドリル等簡単な工具、米・缶詰他食糧品はホニアラで販売している。板はホニアラで購入・携行する要がある。

4. その他

4. そ の 他

4.1 事前調査面会者リスト

今回の事前調査に際し、協議・打合、現地踏査を行った関係者を次表に示す。

表-8 面会者リスト

氏 名	所 属 等
John Ridgeway	ソロモン諸島政府天然資源省地質調査部首席地質技師代理 (Acting Chief Geologist, Geological Survey Department, Ministry of Natural Resources)
Steven Danitofea	同上部, 地質技師
Samier Iko	同上部, 地質技師
(Dr.) G. Wyn Hughes	同上部, 主任地質技師
J. V. Eade	U. N. Sopac (国連南太平洋沿海鉱物資源共同探査委員委員会) 職員, 海洋地質専門 (たまたまホニアラに滞在中)
Jhon Tapaika	ソロモン諸島政府運輸・通信大臣 (Minister of Transportation & Communication)
Pastor Swaika	東部レンネル部落長
John Taika	同上
山 口 孝 一 郎	在バブア・ニューギニア国特命全権大使
堀 靖 夫	在バブア・ニューギニア日本国大使館, 参事官
小 田 野 辰 文	同 上 一等書記官
茂 田 和 彦	同 上 一等書記官
佐 藤 幹 治	同 上 二等書記官

4.2 収 集 資 料

今回の事前調査時、収集した主なものを次表-9として示し、同表中の(4)を表-10として再録する。

表-9 収集資料リスト

(1) Sofus Christiansen (1964) : On Lake Tegano, Rennell Island, Geografisk Tidsskrift 68. bind
(2) COMALCO LTD (1974) : Lake Teggano, Rennell Island Bauxite, Application for prospecting Licence, unpubl. 5 pp. map. (June)
(3) B.S.I.P (1967) : Tellurometer Travase Control, Rennell & Bellona, Scale 1 : 195,000
(4) Geological Division, Ministry of Natural Resources (1979) : The Rennell Reports, 1968 to 1978, unpubl. 4 p. (内容 次表-10)

表 10. レンネル島関連報告書リスト

To: Chief Geologist
From: J.W. Arthurs

Geology Division
Ministry of Natural Resources
Honiara.

24 July 1979

THE RENNELL REPORTS

1968 to 1978

Arranged in chronological order.

WINKLER, H.A. 1968. Bauxite prospects of Rennell Island
British Solomon Islands Protectorate. Aerial Geophys. Surv. Proj.
UNDP - BSIP (1965 - 1968). 15pp. map.

PLACER PROSPECTING (AUST.) PTY. LTD. November 1968. Proposal
for exploration and development of bauxite prospects of Rennell Island.
Placer Prospecting (Aust.) Pty Ltd unpubl. 7pp.

ALUSUISSE MINING PTY. LTD. December 1968. Rennell Island - Bauxite Prospect.
British Solomon Islands Protectorate. Proposed Exploration Programme,
Alusuisse Mining Pty. Ltd. Unpubl. rep.

MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD. 1968. History and General Information
about the Company. in Mitsui Mining & smelting Co., LTD Application for the
exploration of bauxite deposits Rennell Is. B.S.I.P. Mitsui Mining & Smelting
Co. Ltd. 33pp. photos.

MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD. March 1969. Application for the exploration
of bauxite deposits, Rennell Is., B.S.I.P. Proposals. Mitsui Mining & Smelting
Co., Ltd. unpubl. rep. appdx. maps.

PICKERING, T. February 1970. Report on the visit of T.
Pickering O.B.E. to the British Solomon Islands Protectorate in connection with
mining rents and royalties. Honiara, unpubl. rep. 12pp.

ANON. undated October 1970 ?. Compensation - West Rennell Mining.
Rates of and conditions for compensation payments as set by the Government in
respect of the aquisition of Lots 1 and 2 of L. R. 657 West Rennell Island.
Solomon Islands Government, Ministry of Agriculture and Lands 40pp.

MITSUI MINING & SMELTING CO. LTD., November 1970. Feasibility Study Rennell
Island Bauxite Project prepared for the Government of the British Solomon Islands
Protectorate. Mitsui Mining & Smelting Co. Ltd unpubl. rep. 45pp.

ALLAN, CHARLESWORTH & CO. 21 December 1970. Taxation of Mining Enterprises in the British Solomon Islands Protectorate. Report of consultants on mining taxation and accountancy to the Government of the British Solomon Islands Protectorate. Allan, Charlesworth & Co., Chartered Accountants, London. Unpubl. rep. 21pp. appdx.

UEDA, T. June 1976. The Solomon Islands has a new image for a younger generation. Pacific Islands Monthly - June 1976. 3pp.

HAYS ALLAN 6 July 1976. Mining taxation and related financial matters in the Solomon Islands. Fourth report of consultants on mining taxation and related financial matters to the Government of the Solomon Islands. Hays Allan, Chartered Accountants, London. Unpubl. rep. 68pp. appdx.

DIAMOND, J.M. undated ? October 1976. Recommendations for minimising environmental costs of Mining on Rennell. A report to the Central Planning Office, Government of the Solomon Islands. Univ. California Medical Centre. unpubl. rep. 62pp. appdx.

LAWTER, T.H.B., January 1977. Rennell Island bauxite: a report on visits to the Solomon Islands, Japan and Germany. Robertson Research International Ltd., unpubl. rep. No. 3293 of Proj: No. 111A/767/3075. 21pp.

MITSUI MINING & SMELTING CO. LTD., and PACIFIC ALUMINIUM PTY. LTD., March 1977. Feasibility study on bauxite and alumina production in the Solomon Islands. Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd and Pacific Aluminium Pty. Ltd. unpubl. Joint rep. 132pp. maps. diags.

EADE, J.V. August 1977. Cruise Report: Indispensable Reefs and Lake Tegano Bauxite surveys, southern Solomon Islands. CCOP/SOPAC Tech. Sec. Proj. No.8. unpubl. rep. 14pp. appdx maps.

HAYS ALLAN. 30 September 1977. Mining taxation and related financial matters in the Solomon Islands. Fifth report of consultants on mining taxation and related financial matters to the Government of the Solomon Islands. Hays Allan, Chartered Accountants London, unpubl. rep. 88pp. appdx.

CHASE, L.D.C. November 1977. Report on Sweet Potatoe experiment in mined hole on Rennell Island. Solomon Islands Government, Ministry of Agriculture and Lands. unpubl. rep. 3pp.

MATSUNAGA, T., AKIYAMA, S., and FUJIE, T., May 1978. Rennell Islands bauxite: exploration and mining assessment. Proc. 11th Commonw. Min. Metall. Congr. Hong Kong, 1978. 5pp.

YACHIYO ENGINEERING CO. LTD. September 1978. Preliminary Study on Environmental impact of bauxite development on Lake Te Nggano. Rennell Island, Solomon Islands. Yachiyo Engineering Co. Ltd. unpubl. rep. 11p.

SMALLBONE, L.J.T., and LAWTER, T.H.B. December 1978. Solomon Islands Bauxite market survey. Joint report by Commonwealth Fund for Technical Assistance and Robertson Research International Ltd. unpubl.

HAYS ALLAN . 12 August 1974. Taxation of mining enterprises in the British Solomon Islands. Third report of consultants on mining taxation and accountancy to the Government of the British Solomon Islands Protectorate. Hays Allan,

Chartered Accountants, London. Unpubl. rep. 39pp. appdx.

TAYLOR, G.R. and HUGHES, G.W. September 1974. Biogenesis of the Rennell Bauxite. Econ. Geol. Vol. 70pp 542-546

MACKAY and SCHNELLMAN 1974 Example of a Mining Licence document.

SCHNELLMAN, G.A. February 1975 BSIP Alumina Project Second Technical Session, Tokyo, 18-21 February 1975.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, March 1975. Infrastructural survey report for the development of the alumina resources in Rennell Island, Solomon Islands. (2 vols) Japan International Cooperation Agency unpubl. rep 321pp. Vol. I - V report. Vol II - drawings on feasibility study for Harbor and road construction connecting with the Rennell alumina project, the Solomon Islands.

OFFICE OF THE CHIEF MINISTER, April 1975. Bauxite Mining in Appendix A. Solomon Islands National Development Plan 1975-1979. Solomon Islands Government, Office of the Chief Minister. 3pp.

MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD. Undated ? July 1979. Test results at Central Research Laboratory, Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd. Source not given - presumably Mitsui Mining Co. Ltd. unpubl. rep. 69pp. appdx.

DAHL, A., L. August 1975, Report on conservation and environmental management to the Government of the Solomon Islands. South Pac. Comm. unpubl. rep. No. 532/75 11pp. appdx.

SCHNELLMAN, G.A. August 1975. Rennell Island Bauxite. Technical session held in Tokyo 21 - 25 July 1975. Mackay and Schnellman Ltd., London. Unpubl. rep. No. MS 7524. 20pp. appdx.

MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD. and PACIFIC ALUMINIUM PTY. LTD. December 1975 Feasibility study on bauxite and alumina production in the Solomon Islands Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd. and Pacific Aluminium Pty. Ltd. unpubl. Joint rep. 115pp. appdx. map. diags.

VEREINIGTE ALUMINIUM - WERK, undated 1975 ? Bericht unter aufschlubversuche unit Rennell = Bauxit in einer Technikumsanlage Report on Experiments on beneficiation with Rennell Bauxite in a technological laboratory Verinigte Aluminium - Werk unpubl. rep. 37pp. appdx. In German - no translation.

MITSUI CONSULTANTS CO. LTD., May 1976 . Result of field survey and test for estimation of groundwater resources. Mitsui Consultants Co. Ltd. unpubl. rep. 2pp. maps. diags.

FITCH, F.H. January 1971. Bauxite on Rennell Island, British Solomon Islands Protectorate. Mackay and Schnellman Ltd. unpub. rep. No. MS7022

ALLAN, CHARLESWORTH & CO. 7 June 1971. Second report of consultants on mining taxation and accountancy to the Government of the British Solomon Islands Protectorate. Allan, Charlesworth & Co. Unpubl. rep. 17pp. appdx.

DERRY, R. and MANNING, G.D. July 1971. Alumina and phosphate recovery from Rennell Island Bauxite. Warren Spring Laboratory unpubl. rep. No. CR 531 (ME). 11pp.

HANSEL, R.W.A. October 1972. Rennell Island Bauxite. Report on Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd. Trial mining and Testing. Mackay and Schnellman Ltd., London. Unpubl. rep. No. MS7216. 64pp. appdx.

MITSUI MINING & SMELTING CO. LTD., May 1973. Feasibility Study on Bauxite and Planning Production in Rennell Island. Mitsui Mining & Smelting Co. Ltd. unpubl. rep. 108pp. diags. maps. photos.

HANSEL, R.W.A. November 1973. Production of Calcined bauxite and alumina in the B.S.I.P. Mackay and Schnellman Ltd., London. Unpubl. rep. No. MS 7332. 39pp.

BIGNELL, J., PARSONAGE, P., and COLLINS, D.N. January 1974. Investigation of the Rennell Island Bauxite for Overseas Development Association. Warren Spring Laboratory Unpubl. rep. 5pp.

MITSUI MINING & SMELTING CO. LTD., March 1974. A preliminary feasibility report on the alumina plant in Rennell and a pilot test plan for alumina processing. Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd. unpubl. rep. 13pp.

COMALCO LTD. June 1974. Lake Te Nggano, Rennell Island, Bauxite. Application for prospecting licence. Comalco Ltd. unpubl. 5pp. map.

CHAPMAN. J.H. and McINTYRE, S.V. July 1974. B.S.I.P. Alumina Plant. Preliminary Scope document. ? Sourca (? CRA) unpubl. rep. 39pp.

HANSEL, R.W.A. October 1974 (d) Scope of feasibility study for BSIP Alumina plant. Mackay and Schnellman Ltd., London Unpubl. rep. No. MS7421. 26pp

HANSEL, R.W.A. October 1974 (b). BSIP alumina project. Meetings held in Tokyo between 2nd October and 8th October 1974. Mackay and Schnellman Ltd., London. Unpubl. rep. No. MS 7423. 12pp. appdx.

Vol. I - V report. Vol II - drawings on feasibility study for Harbor and road construction connecting with the Rennell alumina project, the Solomon Islands.

D

4.3 事前調査試料の分析試験報告書

事前調査中のサイト踏査の際採取した底質（採取位置図・7）につき、住鉱コンサルタント㈱に依頼した分析・試験の結果を以下に示す。

(1) 結 言

昭和55年3月、国際協力事業団の御依頼により、ポーキサイト様堆積物およびジェリー状堆積物についてX線回折・化学分析・物性の諸試験を実施致しました。ここにその結果を御報告致します。

(2) 試験項目

X線回折試験 6試料（A-2, A-6, B-5, B-8, B-10, C-4）

化学分析 6試料（A-2, A-6, B-5, B-8, B-10, C-4）

分析成分：Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, S, P₂O₅, H₂O(-), H₂O(+)

物性試験 3試料（B-5, B-8, B-10）

試験項目：密度, 弾性波速度

(3) 試料の状態

原試料はいずれも密封されて、採取時の水分含有量がほぼ保持されていた。各試料の水分含有量を参考のために測定し、表-11に示した。

表-11 原試料の水分含有量

	A-2	A-6	B-5	B-8	B-10	C-4
原重量 W ₁ g	148.322	104.830	100.255	66.493	92.928	142.926
風乾重量 W ₂ g	91.159	60.896	14.657	34.935	6.505	115.784
含水率 % (W ₁ -W ₂)/W ₁ ×100	38.54	41.91	85.38	47.46	93.00	18.99
含水比 % (W ₁ -W ₂)/W ₂ ×100	62.71	71.15	584.01	90.38	1328.56	23.44

各試料の含水状態を含水比で見ると、100%以下の値をもつA-2, A-6, B-8, C-4のグループと、500%以上のB-5, B-10のグループに明瞭に分類される。前者のグループは泥状・ペースト状を呈する。後者の、B-5は水と固形分が分離しやすいが、B-10は常時懸濁状態にありジェリー状を呈する。

原試料の色調は、A-2, A-6, B-8, C-4がほぼ淡灰色を、B-5が淡黄褐色、B-10が緑灰色を呈する。カラーチャートによる色調を湿状状態と乾燥状態の別に表-12に示した。

表-12 試料の色調

試料番号	湿潤状態	乾燥状態
A - 2	5B5/1 Medium blueish gray	5B6/1 Light blueish gray
A - 6	5GY6/1 Greenish gray	5GY7/1 Moderate greenish gray
B - 5	10YR5/4 Moderate yellowish brown	5Y6/2 Yellowish gray ~ Light olive gray
B - 8	N7 Light gray	N7 Light gray
B - 10	5Y4/2 Moderate olive gray	5Y2/1 Olive black
C - 4	5GY6/1 Greenish gray	N7 Light gray

ROCK-COLOR CHART, THE ROCK-COLOR CHART COMMITTEE, THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, BOULDER, COLORADOによる。

(4) X線回折試験

原試料を風乾後磨砕した未処理試料、水ヒ試料、エチレングリコール処理試料、および一部の試料に対する塩酸処理試料を作成し、つぎの条件でX線回折試験をおこなった。

測定条件 : 対陰極 Cu, フィルター Ni, 電圧 30 KV, 電流 10 mA, フルスケール 800 cps, 時定数 2 sec, スリット系 $1^{\circ} - 1^{\circ} - 0.3$ mm, 走査速度 $2^{\circ} / \text{min}$, 記録紙送り速度 20 mm/min

走査範囲 未処理試料 ($2^{\circ} \sim 70^{\circ}$), 水ヒ・エチレングリコール処理・塩酸処理試料 ($2^{\circ} \sim 40^{\circ}$)

試験結果を表13にまとめて示した。表には、検出鉱物の確認ピーク数、特定ピークの高さおよびこれによって判断した相対含有量(多量・中量・少量)を示してある。

各試料中のアルミナ鉱物はギブサイト ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) のみで、ペーマイト・ダイアスポア・バイエライトは認められない。ギブサイト以外で、ほぼ全試料中に認められる鉱物には、黄鉄鉱 (FeS_2 , 中ないし多量), 方解石 (CaCO_3 , 少ないし多量) および鋭錐石 (TiO_2 , 少量) がある。一部の試料に認められる鉱物としては、ハロイサイト ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ・石膏 (CaSO_4) ・ドロマイト (CaCO_3) ・ハライト (NaCl) ・アルーナイト ($(\text{Na}, \text{K})\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) が検出される。ハライトは B-10 に多量に存在している。試料 B-10 が緑灰色を呈し、ジェリー状をなす原因の1つとして、多量のハライト(乾燥前は塩水)の存在が考えられる。また、この試料の放置中黒色の腐植様物が発生しているので、非結晶性有機物の存在が推定される。アルーナイトは、含有量が少ないためにはっきりしないが、Naに富むナトロアルーナイトであると推定される。2.99 Åの反射はアルーナイト(K型)の反射に一致するが詳細は不明である。水ヒ試料およびそれらのエチレングリコール処理・塩酸処理後の試料についても試験をおこなったが、上記以外の鉱物は認められなかった。未処理試料の回折

表-18 X線回折試験結果

SAMPLE No.	(G) GIBBSITE No. OF PEAKS (48Å P.H.)	(Ha) HALLOYSITE No. OF PEAKS (10.4Å P.H.)	(Gy) GYBSUM No. OF PEAKS (7.7Å P.H.)	(Do) Dolomite No. OF PEAKS (2.91Å P.H.)	(Ca) CALCITE No. OF PEAKS (2.94Å P.H.)	(Py) PYRITE No. OF PEAKS (2.71Å P.H.)	(AN) ANATASE No. OF PEAKS (3.5Å P.H.)	(Na) HALITE No. OF PEAKS (2.81Å P.H.)	(Al) ALUNITE No. OF PEAKS (2.95Å P.H.)	備考
A-2	29 (13+) ⊙	-	-	-	11 (2) ●	9 (12) ⊙	7 (3) ●	5 (1) ●	8 (1.5) ●	2.99Å
A-6	27 (17+) ⊙	-	7 (1.5) ●	-	16 (17+) ⊙	9 (7) ○	7 (1) ●	-	9 (1.5) ●	2.99Å
B-5	25 (13+) ⊙	-	-	3 (2) ●	13 (1) ●	9 (11.5) ⊙	8 (1.5) ●	5 (2) ●	-	
B-8	27 (14+) ⊙	-	-	3 (5) ○	9 (2) ●	6 (4.5) ○	7 (1.5) ●	-	8 (1.5) ●	
B-10	18 (7) ●	2 (1) ●	8 (2) ●	3 (6) ○	9 (1) ●	8 (3) ●	17 (0.5) ●	6 (17+) ⊙	-	
C-4	28 (16+) ⊙	-	2 (0.5) ●	-	-	8 (6) ○	9 (3) ●	5 (3) ●	2 (0.5) ●	2.99Å

注: P.H. はピークの高さ (cm),

測定条件は文中に記載。

相対含有量: ⊙多量 ○中量 ●少量

記録紙を巻末に添付した。

(5) 化学分析

化学分析の結果を表14に示す。今回の分析成分は、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot S \cdot P_2O_5 \cdot H_2O(-) \cdot H_2O(+)$ であり、分析結果は、いずれも合計が100%に達していない。とくに、A-6、B-8、B-10は60ないし80%にしか達しない。これらの試料には、X線回折の結果から考えて、CaOが相当程度含まれていると推定される。CaO以外に、 $K_2O \cdot Na_2O$ （とくにB-10）・ $MgO \cdot TiO_2 \cdot Cl^- \cdot As^{-3} \cdot CO_3^{-2}$ などの存在が考えられる。

表-14 化学分析値

		A-2	A-6	B-5	B-8	B-10	C-4
Al_2O_3	%	42.18	24.21	42.18	30.99	3.65	44.82
SiO_2	%	0.07	0.16	0.24	0.08	0.64	0.05
Fe_2O_3	%	15.37	8.58	14.77	14.17	1.60	18.37
S	%	10.97	5.94	7.27	9.46	3.29	7.48
P_2O_5	%	1.87	2.08	1.17	3.21	0.66	0.84
$H_2O(-)$	%	1.15	1.63	1.41	1.53	9.36	0.93
$H_2O(+)$	%	23.62	19.94	24.92	22.62	62.48	25.92
Total	%	94.73	62.49	91.96	82.06	81.68	98.41

注： $H_2O(+)$ はS相当分を除いて示してある。

アルミナ (Al_2O_3) 含有量は、カルシウムが多いと考えられるA-6・B-8・B-10の各試料が4ないし30%と低く、その他の試料は42ないし45%の値を示している。このアルミナ品位は現行の売買取引標準品位53%（吉田国夫・鋳産物の知識と取引）に比較してやや低い。シリカ (SiO_2) 品位は、0.07から0.64%の値を示し、標準品位5%に比較して低く、良好である。酸化チタンの標準品位は1.2%であるが、今回の分析成分には含まれていない。酸化第二鉄の含有量は、アルミナ品位40%以上の試料（A-2、B-5、C-4）で15ないし18%を示し、40%以下の試料では2ないし14%を示している。硫黄 (SO_4^{2-} を含む) は3ないし11%の含有量を持ち、アルミナ品位が高いものは高い値を示す。五酸化燐の含有量は0.6から3.2%の範囲にある。

図-12にはアルミナ品位とその他の成分の含有量との関係を示した。酸化第二鉄はアルミナと正相関を、シリカは負の相関を明瞭に示している。硫黄と五酸化燐は、アルミナ品位が約30%位までは正相関を示し、約30%以上のものは負の相関をなす傾向がみられる。

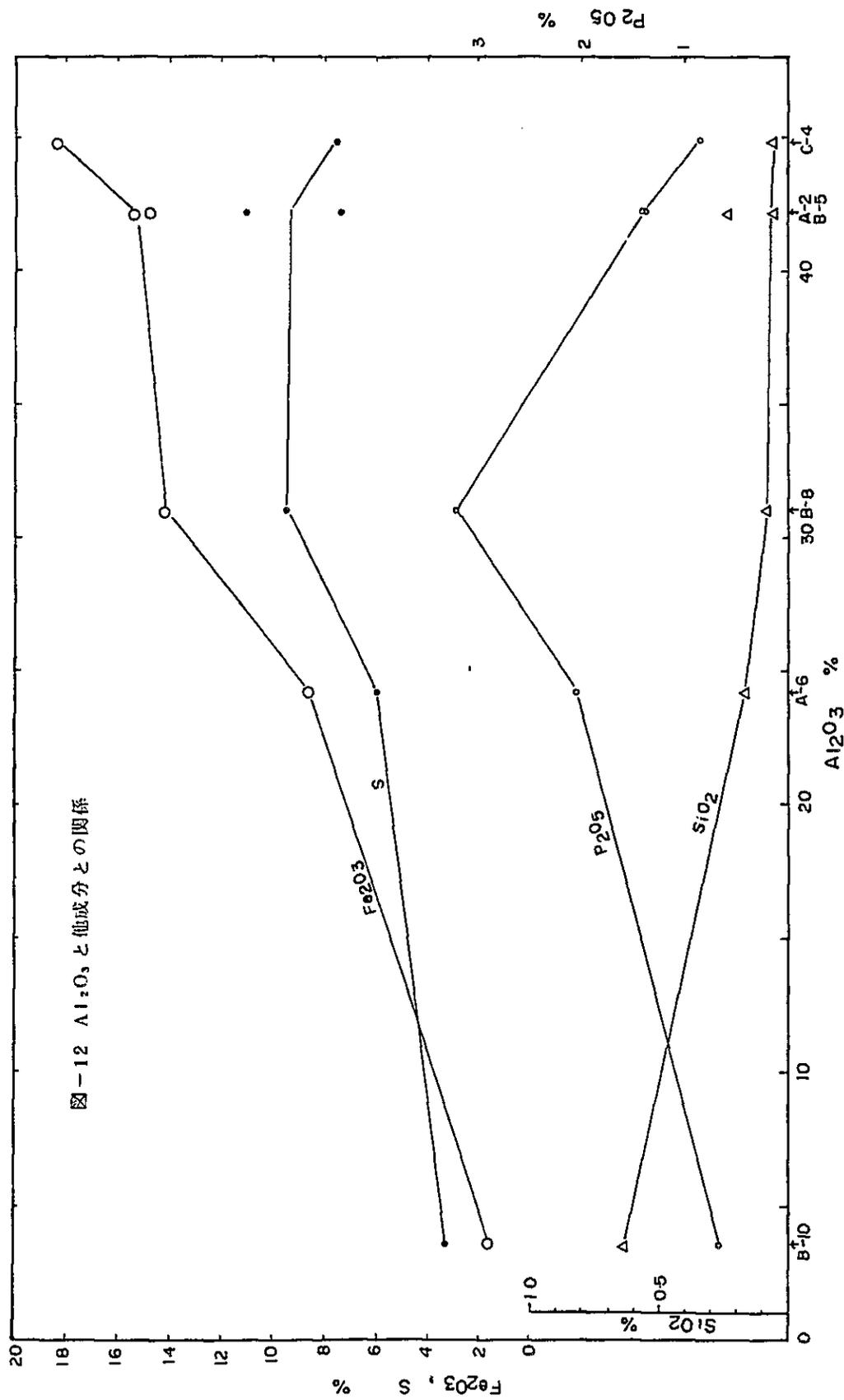


図-12 Al_2O_3 と他成分との関係

図-12 Al_2O_3 と他成分との関係

(6) 物性試験

原試料の状態を保持したままで、3試料の密度と弾性波伝播速度を測定した。これらの結果から反射係数を求め、弾性波探査（音波探査）によるボーキサイト鉱床探査への適用性検討の資料とした。

密度測定は、あらかじめ重量と容積を測定した容器中に試料を収納して、天秤でその重量を測定して求めた。

弾性波伝播速度測定は、開発電子工業製・超音波伝播速度測定装置によった。試料が固体でないため、プラスチック容器中に収納した状態で測定を実施した。測定波形を図-13に示す。試料を容器に収納して測定すると、同図のように、初めに容器を伝播した弾性波初動が記録されるが、容器はきわめて肉薄であるため、その振動はただちに減衰し、供試体中を伝播した初動を記録するのに顕著な障害とはならなかった。測定値を表-15に示す。

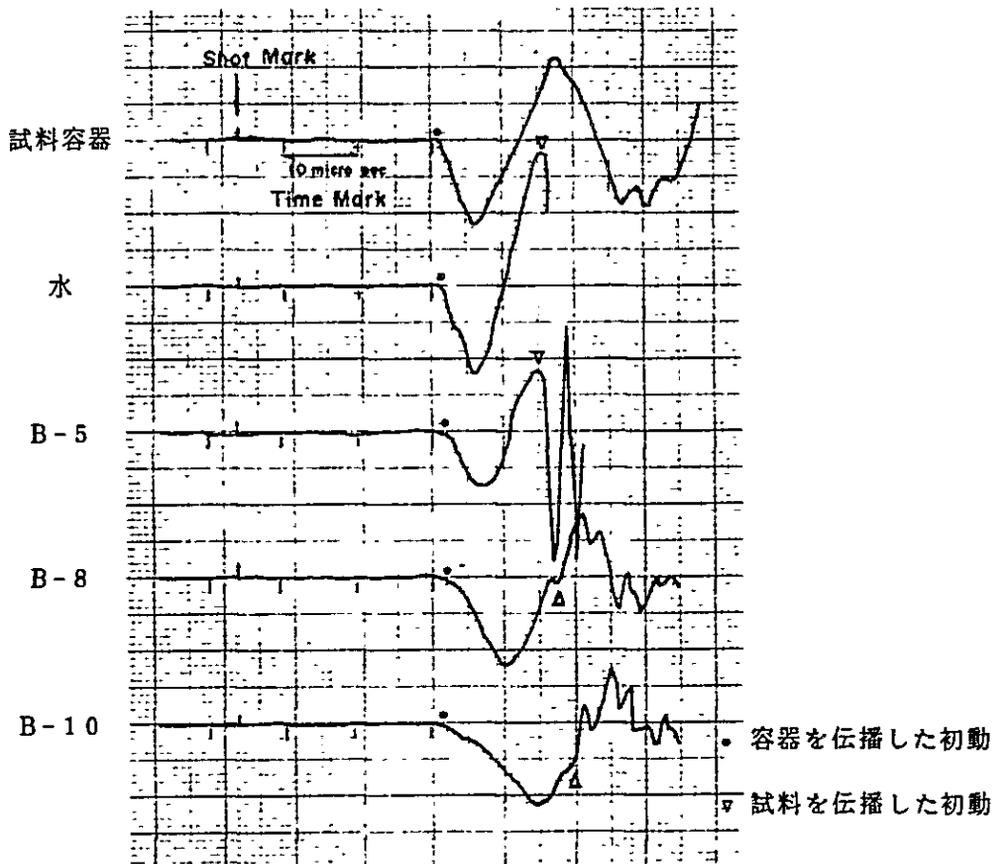


図-13 弾性波伝播波形

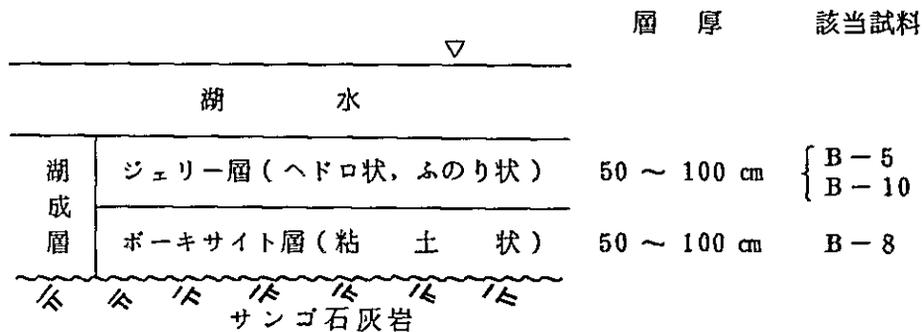
表-15 物性試験結果

試料番号	密度 g/cm ³	弾性波速度 km/sec	試料の特徴
B - 5	1.25	1.265	ヘドロ状, 水が容易に分離
B - 8	1.52	1.182	粘土状
B - 10	1.05	1.145	ふのり状, ジェリー状
水	1.00	1.265	水道水, 水温 12℃

密度は、3 試料の間に明瞭な差異があり、B-10 < B-5 < B-8 の順に大きくなる。B-10 は水の密度にきわめて近い値をもつ。B-5 は懸濁状態では水に近い値を示しているが、水と容易に分離する固形分の密度は大きいものと考えられる。

弾性波速度は、実験室における水（水道水、12℃）の速度と同じ値を示す B-5 と、水より小さい速度をもち共に類似した値を示す B-8、B-10 の 2 種に分れる。一般に、海水中の実測音波速度は 1.45 ~ 1.50 km/sec であるが、調査現地（環礁性湖）の水中音波速度は実測によらなければならない。

弾性波探査（音波探査）の適用性を検討するには、反射係数を求める必要がある。つぎのような地質構造を仮定すると、



反射係数は、次式で求まる

$$R = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}$$

ここに R : 反射係数

ρ_1, ρ_2 : 反射面上層および下層の密度

V_1, V_2 : 反射面上層および下層の弾性波速度

湖水とジェリー層との境界面における反射係数 R_u 、ジェリー層とボーキサイト層の反射係数 R_L は、つぎのようになる。ここで、ジェリー層の密度と弾性波速度は B-5 と B-10 の平均値をもちい、密度を 1.15、速度を 1.205 とした。ボーキサイト層については B-8 の測定値をもちいた。また、湖水の密度を 1.00、その速度を 1.265 と仮定した。

$$R_u = \frac{1.15 \times 1.205 - 1.00 \times 1.265}{1.15 \times 1.205 + 1.00 \times 1.265} = 0.0456 \approx 5 \%$$

$$R_L = \frac{1.52 \times 1.182 - 1.15 \times 1.205}{1.52 \times 1.182 + 1.15 \times 1.205} = 0.1291 \approx 13 \%$$

これらの反射係数から考えて、反射面としては $R_L = 13\%$ をもつジェリー層とポーキサイト層の境界面の検出が期待されるが、反射係数が小さいことからあまり顕著な反射波ではない。湖水とジェリー層との境界面からの反射面は、 $R_u = 5\%$ が小さいため、期待できないが、試料 B-5 のように水と固形分が分離して沈積しておれば（測定は拡散状態）、反射波を得ることは困難でない。いずれにしても、この地区でもっとも顕著な反射波が期待されるのは、ポーキサイト層とサンゴ石灰石の境界面からのものであると推定される。

(7) 音波探査の適用上の問題点

今回の物性試験では、わずか3試料について測定されたのみである。実際の物理探査に先立って、まずデータの信頼度を高めるために試験個数をふやす必要がある。

(6)章の結果から、この地区で音波探査を実施するには、可探深度はそれほど大きな能力を必要としないが、分解能のすぐれた装置を用いる必要がある。

現在一般に用いられている音波探査には、発振方式、磁歪式、放電式、電磁誘導式、ガス爆発式などの種類があり、この地区の場合、磁歪式音波探査法が適切であると考えられる。磁歪式音波探査装置にはソノプローブ、ソノストレーター等の機種がある。音源は磁歪振動子を用い、発振周波数は3～8 KHzであり、分解能が高いので、微細な構造まで探査できる特長がある。一方、発振周波数が高いので、地層中におけるエネルギーの吸収減衰が大きく、可探深度は比較的浅く、水深100 mの海底下50 m前後である。したがって、浅い部分を詳細に調査する場合に適し、この地区の探査目的に対しては適合するものと考えられる。

この地区における音波探査実施上の問題点をつぎにまとめる。

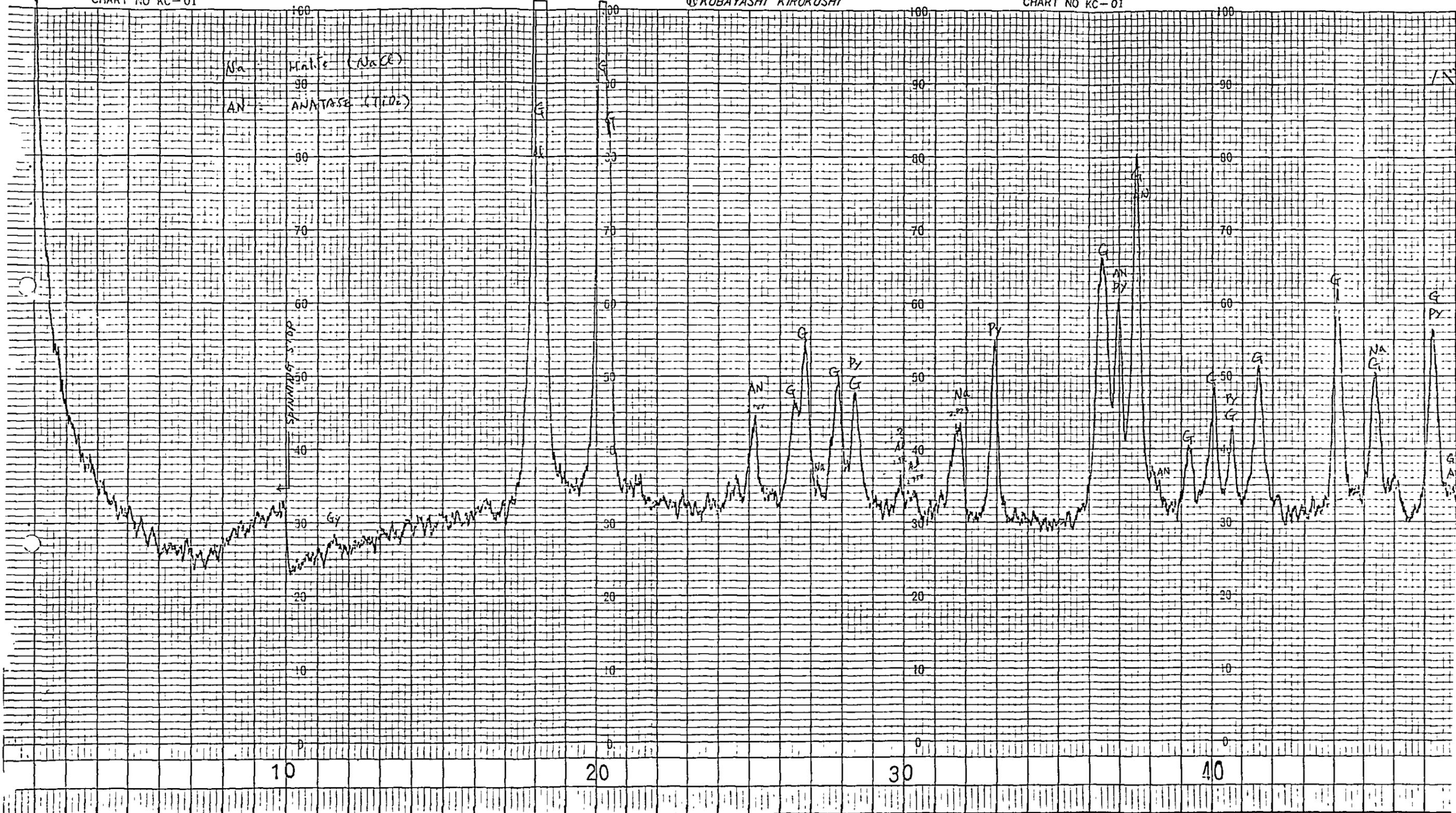
ポーキサイト層の厚さ — 反射係数からみると、ポーキサイト層からの反射は期待できるが、推定層厚が最大100 cmと薄いことから、その下位のサンゴ石灰岩からの反射波にかくされてしまう可能性がある。すなわち分解能が充分かどうか問題がある。

立地条件 — 調査地は内水域であるため、調査に適当な調査船（最小限10トン程度）を備船しなければならない。また湖水はかなり広大な面積を有し、周囲の地形は平坦と考えられるので、測量目標物の設定が必要である。

CHART NO KC-01

KOBAYASHI KIROKUSHI

CHART NO KC-01



Na
M.n.t.c (NaCl)
AN
ANANTASE (TiO₂)

SPANNING STOP

10

20

30

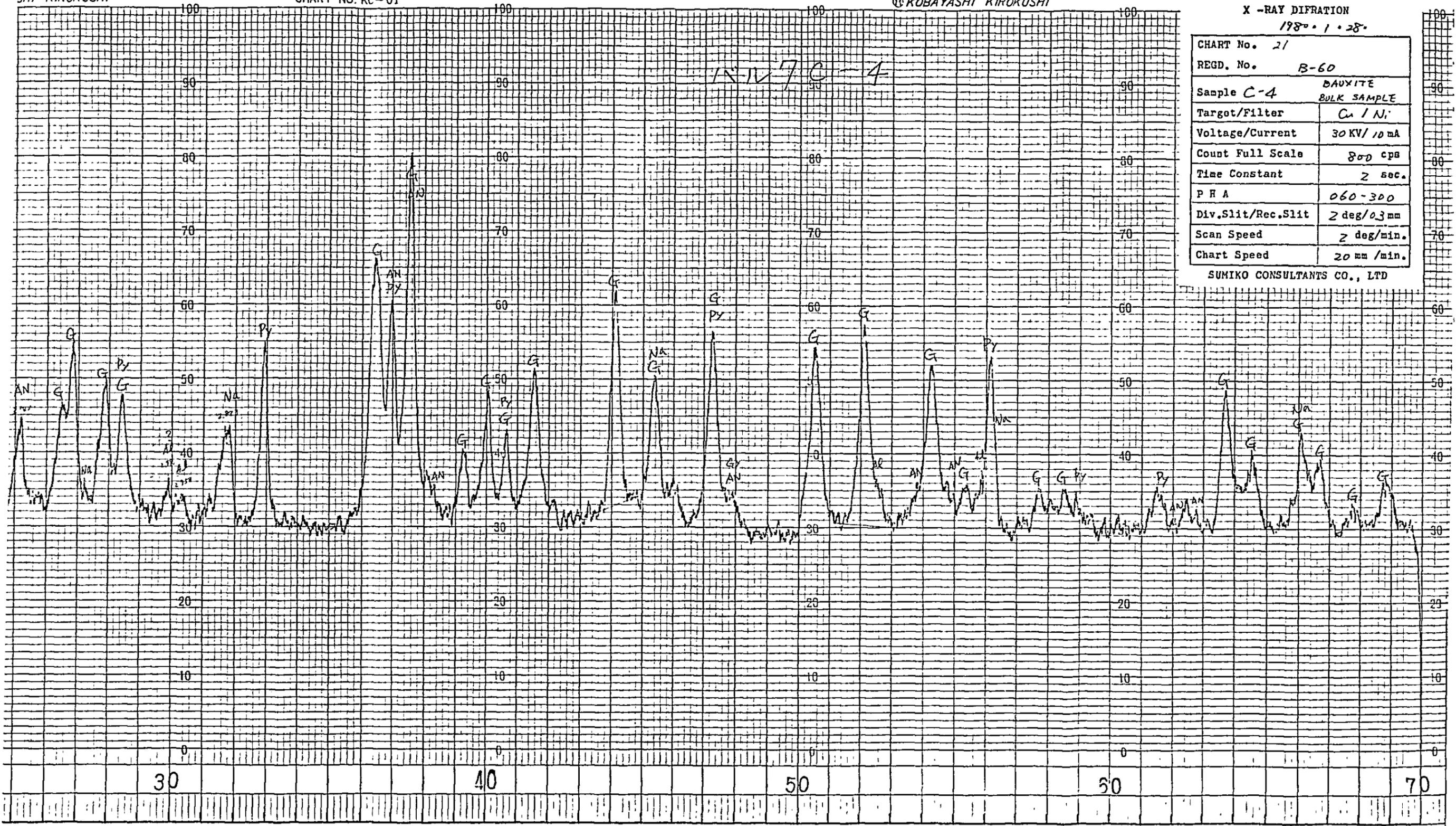
40

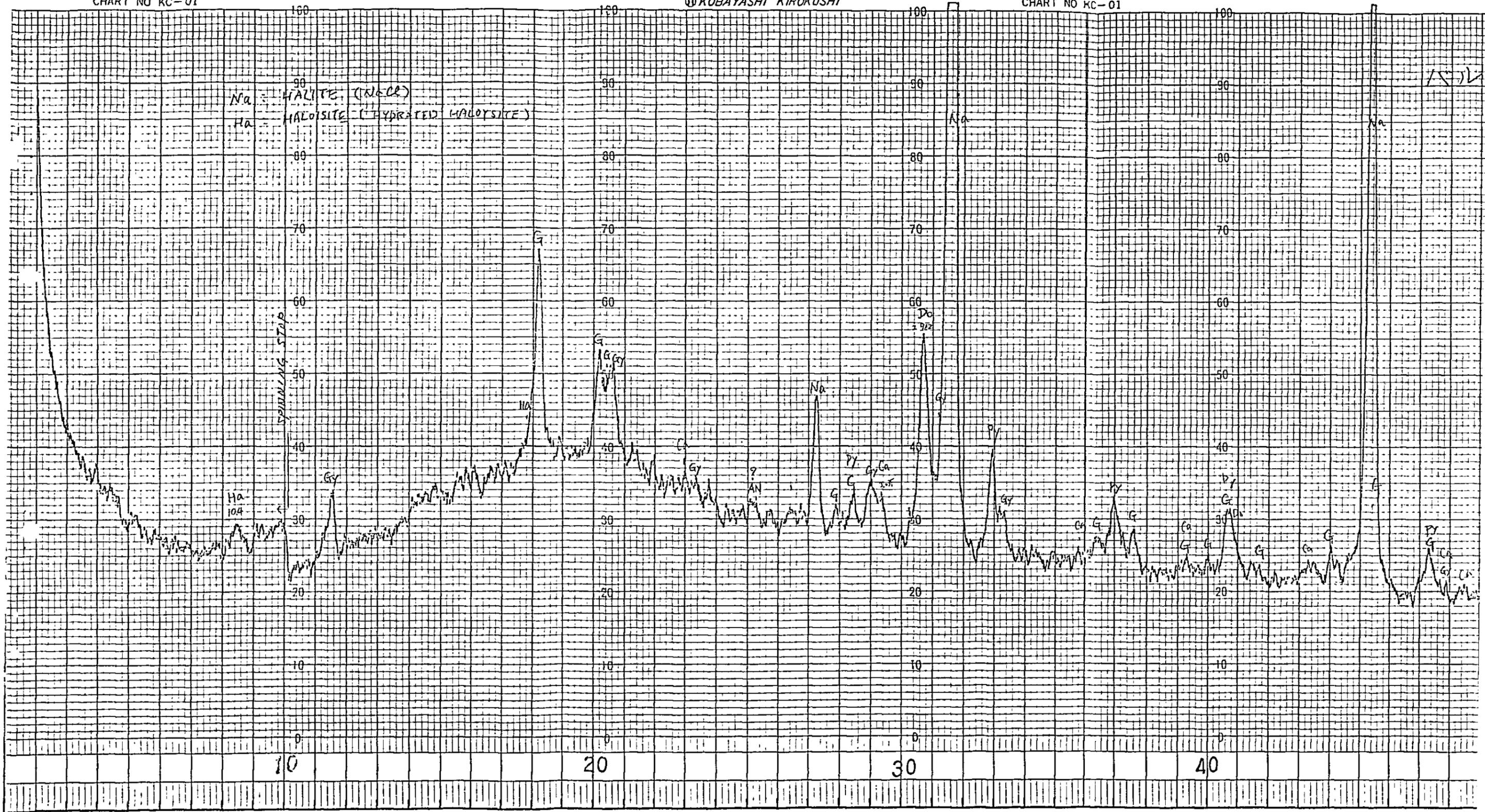
X-RAY DIFFRACTION
1980.1.28

IN-1470-4

CHART No.	21
REGD. No.	B-60
Sample	C-4 BAUXITE BULK SAMPLE
Target/Filter	Cu / Ni
Voltage/Current	30 KV / 10 mA
Count Full Scale	800 cps
Time Constant	2 sec.
P H A	060-300
Div.Slit/Rec.Slit	2 deg/0.3mm
Scan Speed	2 deg/min.
Chart Speed	20 mm /min.

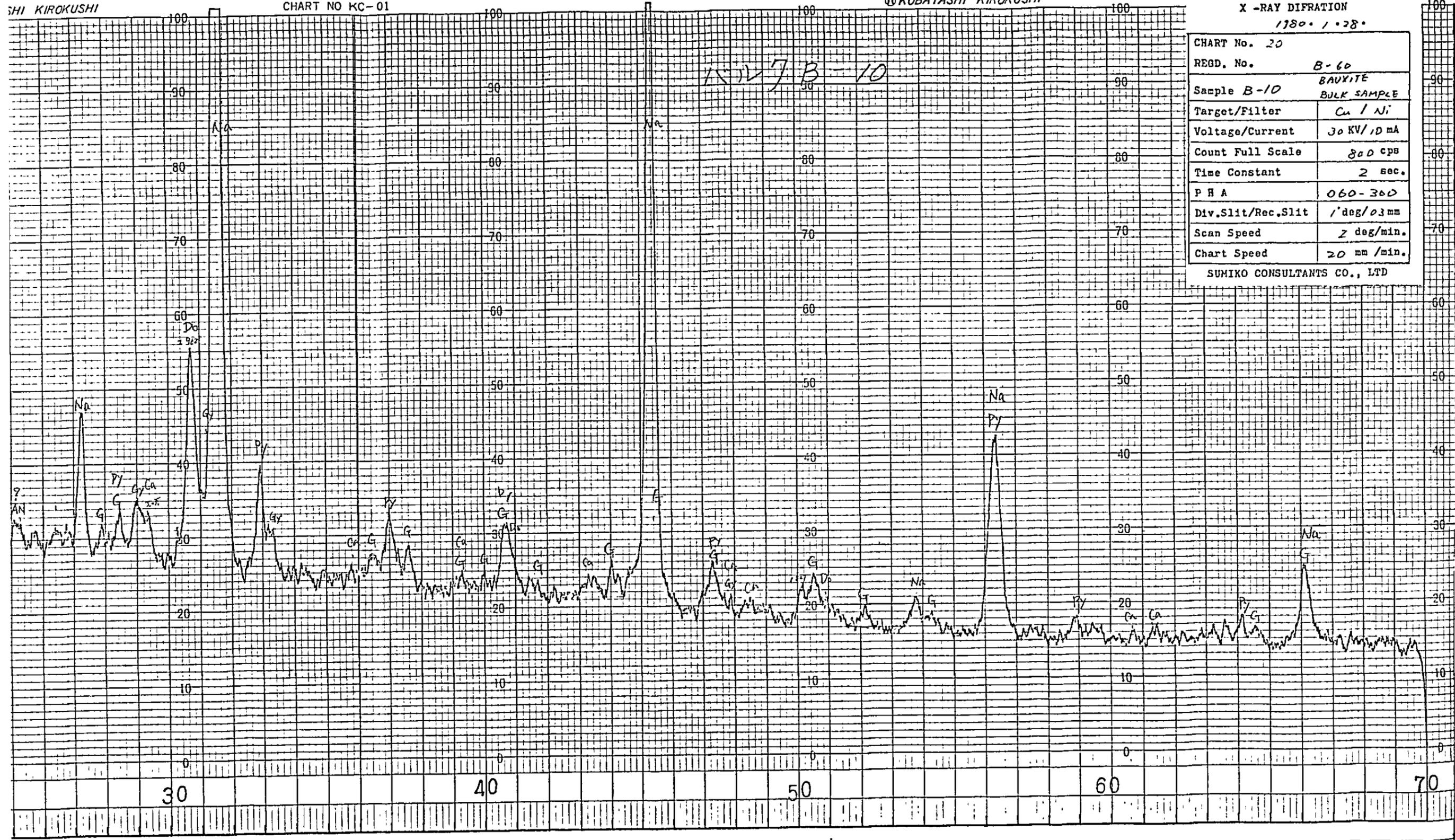
SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD

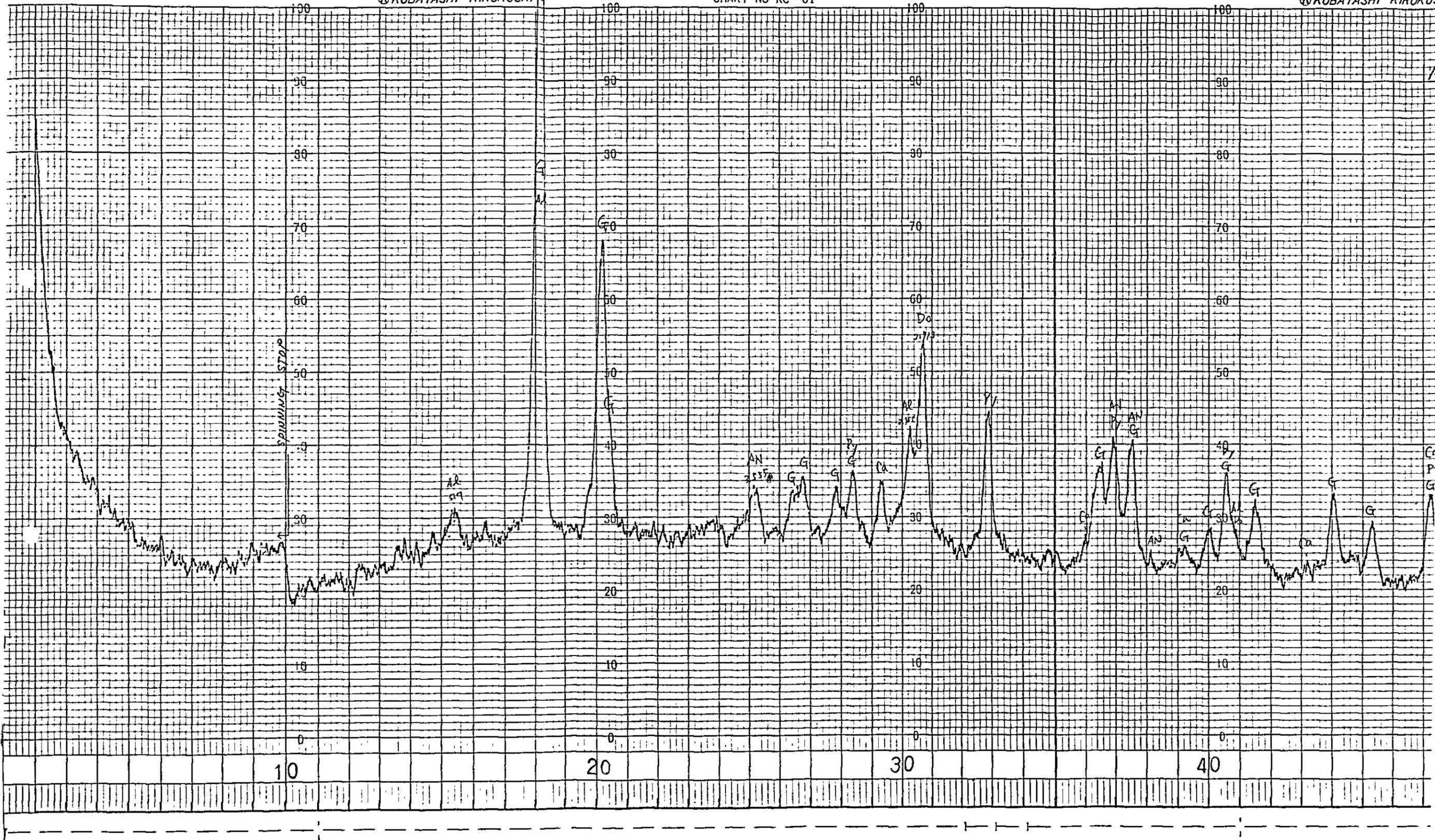




1780.1.28. B-10

CHART No.	20
REGD. No.	B-60
Sample	B-10 BAUXITE BULK SAMPLE
Target/Filter	Cu / Ni
Voltage/Current	30 KV / 10 mA
Count Full Scale	800 cps
Time Constant	2 sec.
P H A	060-300
Div. Slit/Rec. Slit	1° deg / 0.3 mm
Scan Speed	2 deg/min.
Chart Speed	20 mm/min.
SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD	



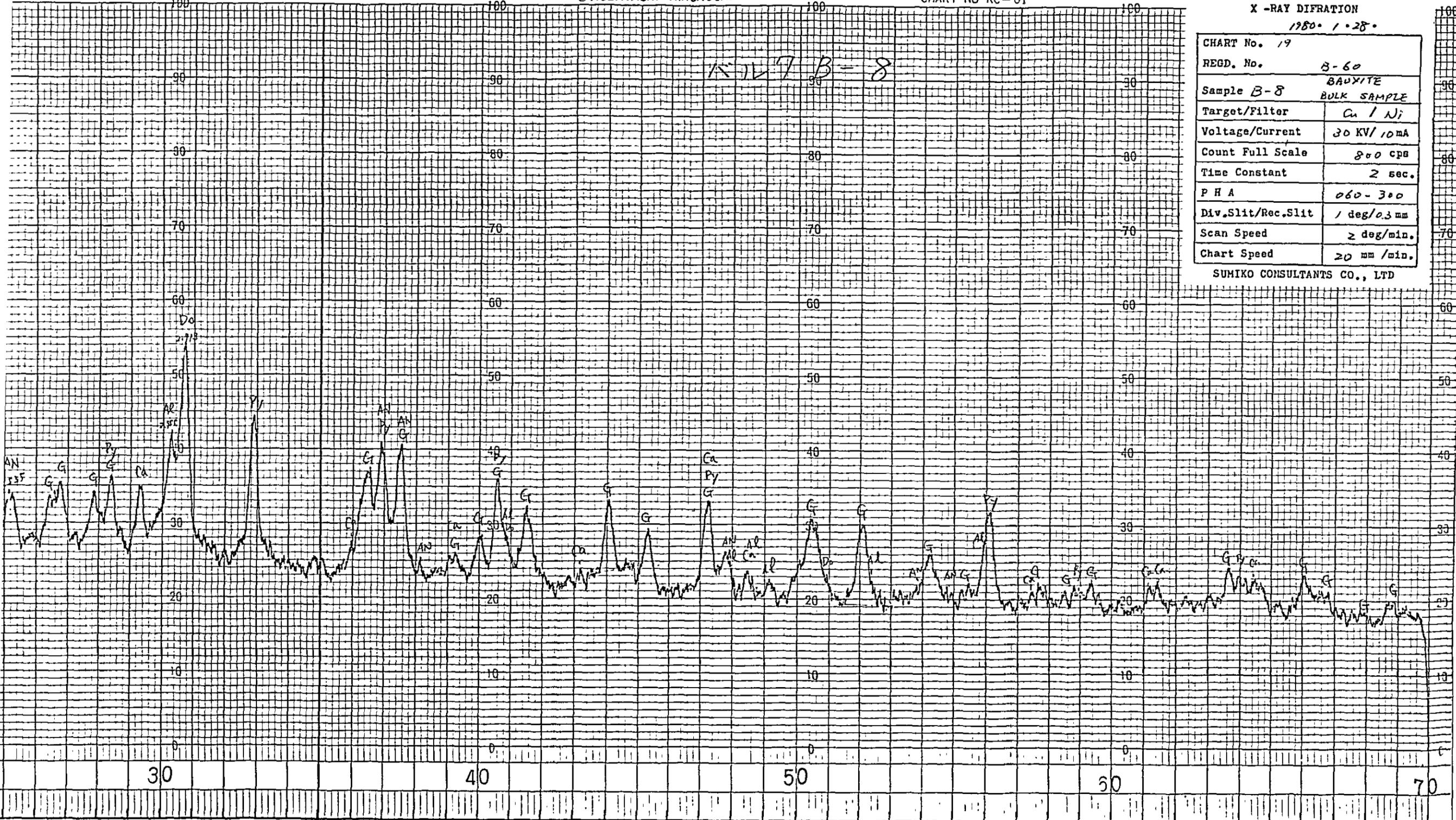


X-RAY DIFFRACTION
1980. 1. 28.

SLIT B-8

CHART No.	19
REGD. No.	B-60
Sample	B-8 BAUXITE BULK SAMPLE
Target/Filter	Cu / Ni
Voltage/Current	30 KV / 10mA
Count Full Scale	800 cps
Time Constant	2 sec.
P H A	060 - 300
Div. Slit/Rec. Slit	1 deg/0.3 mm
Scan Speed	2 deg/min.
Chart Speed	20 mm/min.

SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD



① KOBAYASHI KIROKUSHI

CHART NO KC-01

X-RAY DIFFRACTION

1980. 1. 28.

INTEL B-5

CHART No. / 3	
REGD. No.	13-60
Sample	Bauxite BULK SAMPLE
Target/Filter	Cu / N
Voltage/Current	30KV / 10mA
Count Full Scale	800 cps
Time Constant	2 sec.
P H A	060 - 300
Div. Slit / Rec. Slit	1 deg / 0.3mm
Scan Speed	deg/min.
Chart Speed	mm/min.

SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD

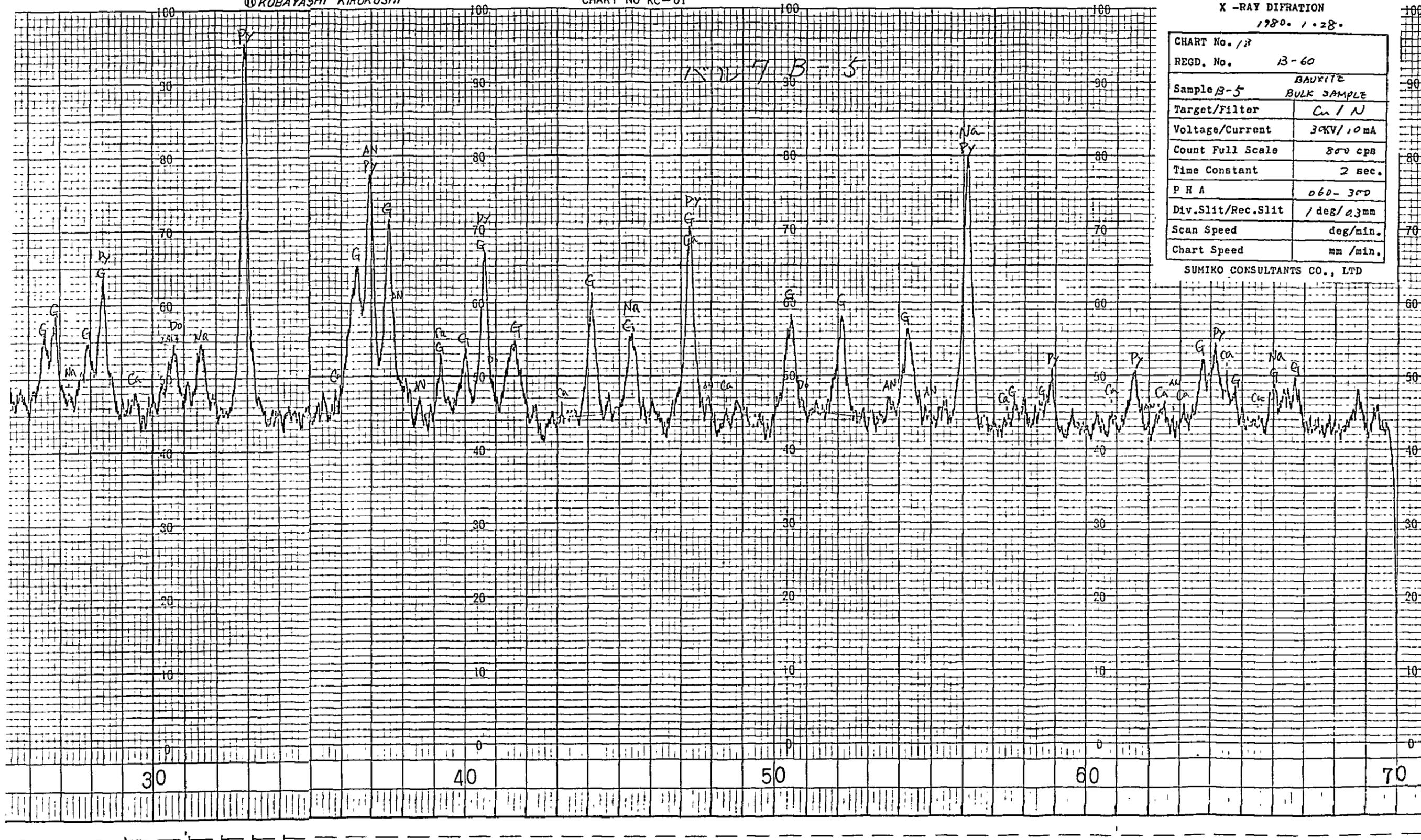
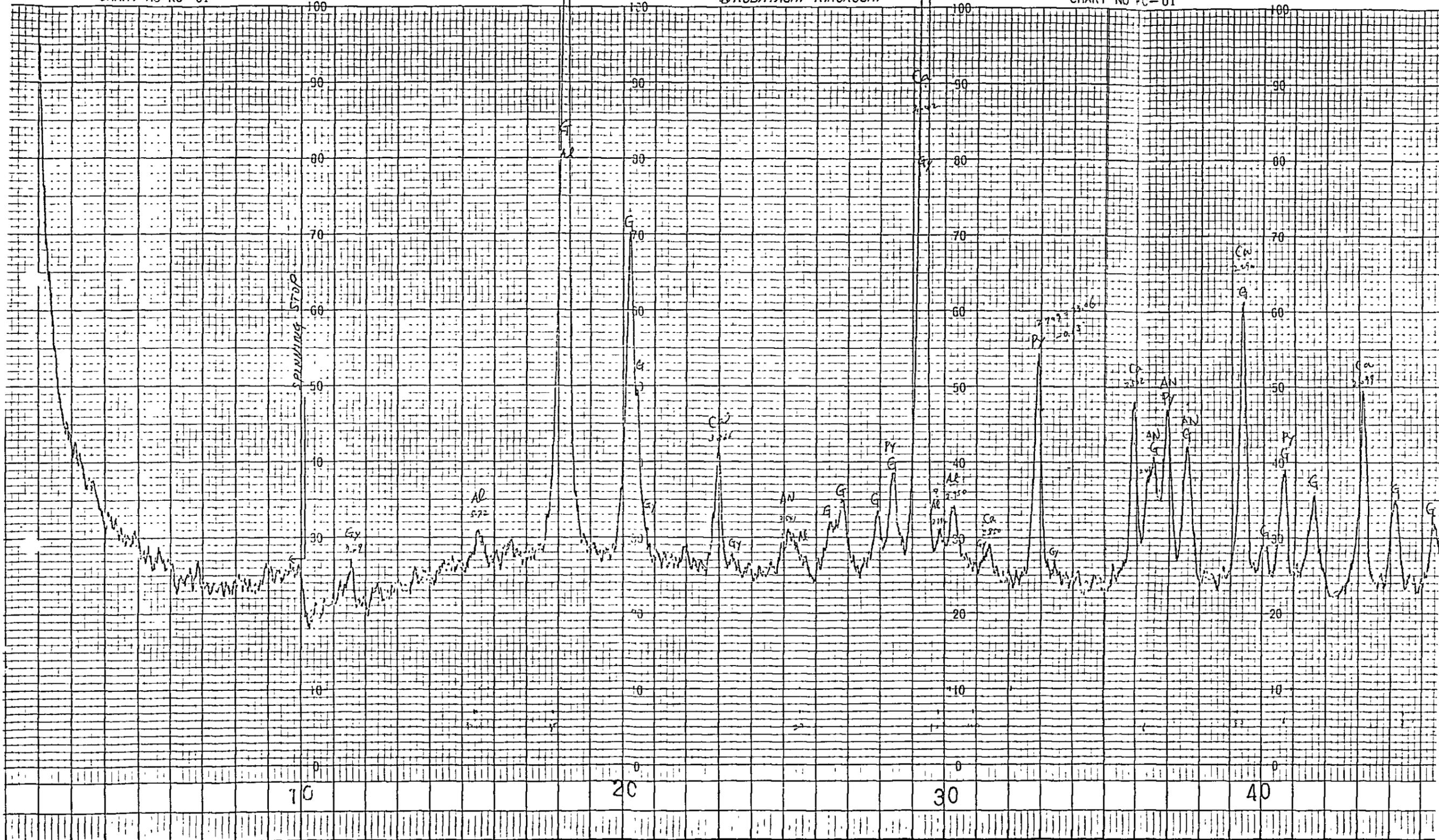


CHART NO KC-01

KOBAYASHI KIROKUSHI

CHART NO KC-01



X-RAY DIFFRACTION
1980.1.28.

CHART No.	17
REGD. No.	B-60
Sample	A-6 BAUXITE BULK SAMPLE
Target/Filter	Cu / Ni
Voltage/Current	30 KV / 10 mA
Count Full Scale	800 cps
Time Constant	2 sec.
P H A	060 - 300
Div. Slit/Rec. Slit	1 deg/0.3 mm
Scan Speed	2 deg/min.
Chart Speed	20 mm/min.

SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD

バル7 A-6

