No. 01

# マレイシア
# リワグ川小水力発電開発計画
# 事前調査報告書

1991年5月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

計
鉱[redacted]資
JR
91 − 96

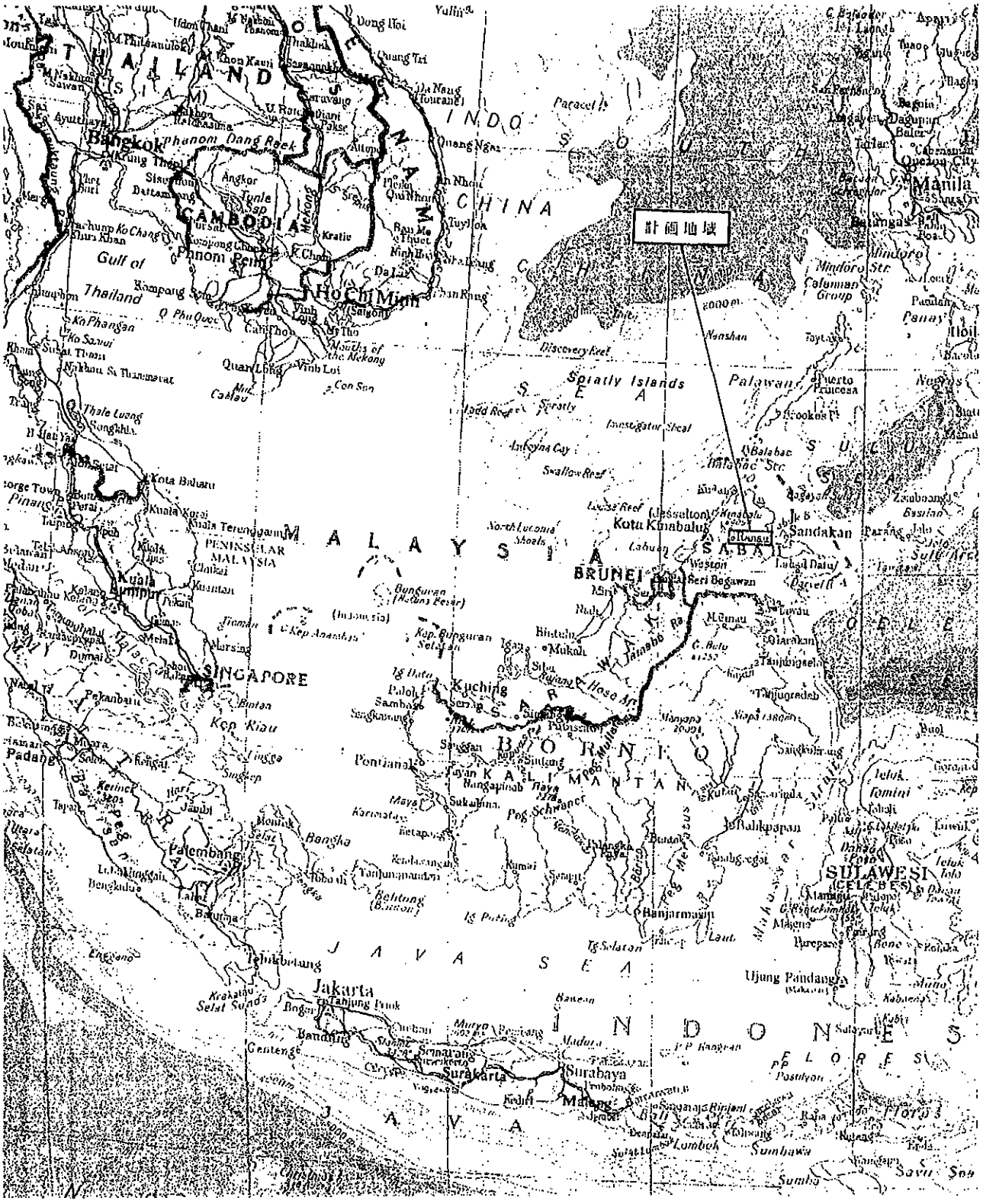
# マレイシア
# リワグ川小水力発電開発計画
# 事前調査報告書

JICA LIBRARY
1092819(0)
22737

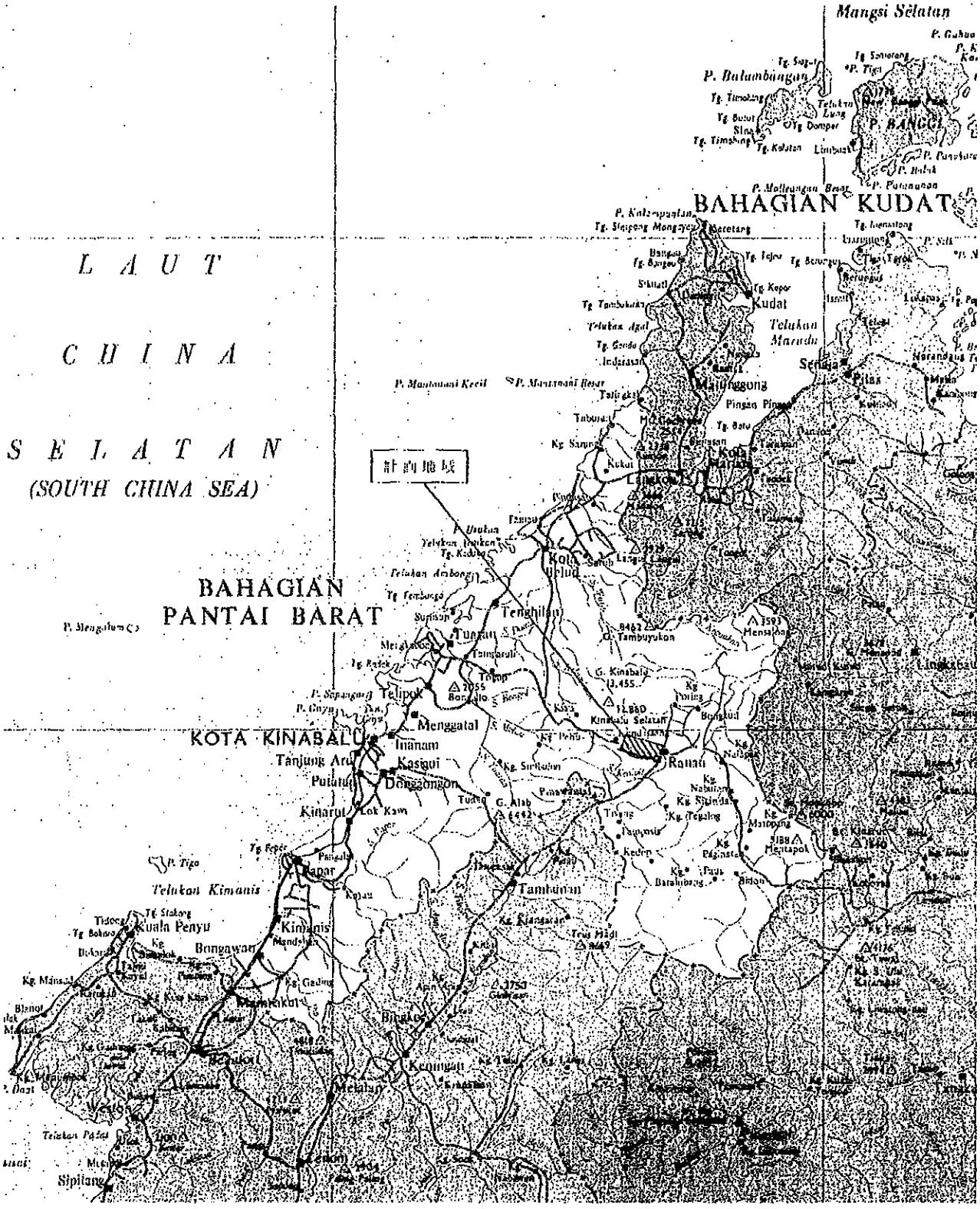
1991年5月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

国際協力事業団
22737


計画地域
THAILAND
CAMBODIA
Bangkok
Phnom Penh
Ho Chi Minh
Gulf of Thailand
CHINA
Manila
Spratly Islands
Palawan
MALAYSIA
BRUNEI
Kota Kinabalu
Sandakan
SABAH
Kuala Lumpur
SINGAPORE
Kuching
BORNEO
KALIMANTAN
Pontianak
Palembang
Jakarta
Bandung
Semarang
Surakarta
Surabaya
Malang
SULAWESI
Banjarmasin
Balikpapan
Ujung Pandang
JAVA SEA
INDONESIA
JAVA

図－1　計画地域位置図


LAUT
CHINA
SELATAN
(SOUTH CHINA SEA)
BAHAGIAN KUDAT
BAHAGIAN
PANTAI BARAT
計画地域
KOTA KINABALU
Mangsi Selatan
P. Balambangan
P. BANGGI
Kudat
Telukan Marudu
Sandakan
Pitas
Kota Belud
Tuaran
Tenghilan
Telipok
Menggatal
Inanam
Tanjung Aru
Kasigui
Putatan
Donggongon
Kinarut
Papar
Telukan Kimanis
Kimanis
Kuala Penyu
Bongawan
Tambunan
Ranau
Beaufort
Keningau
Melalap
Sipitang

図－2　　計画地域周辺図

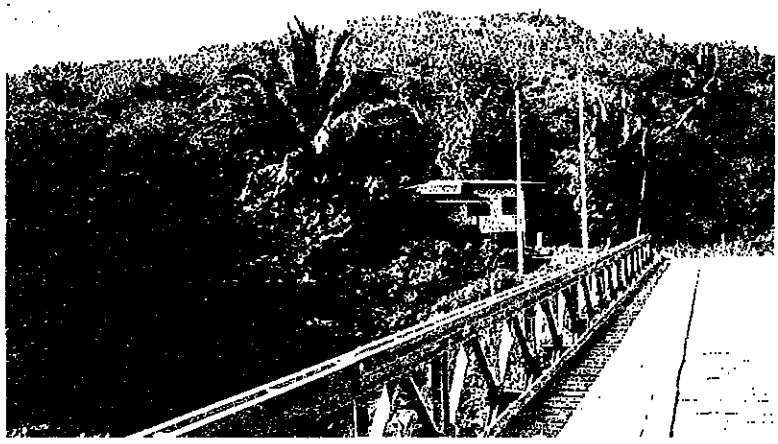
現地調査用の計画、Ａ案取水堰付近から見た上流側の状況

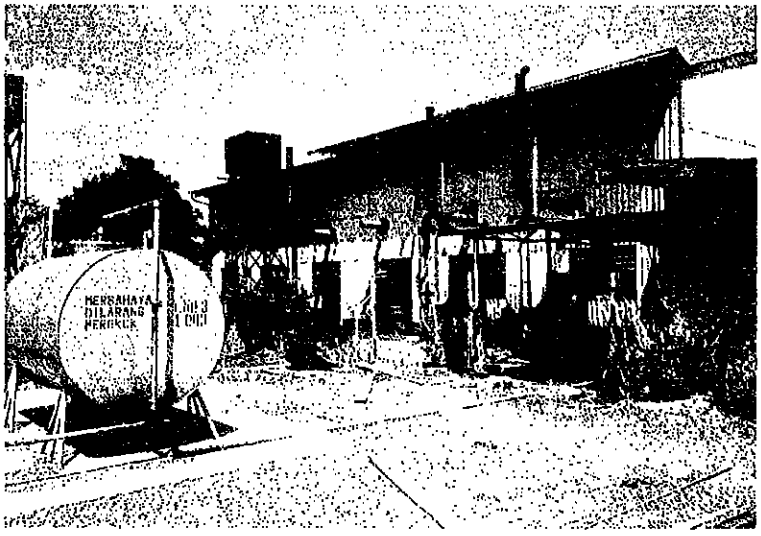
Ａ案取水堰付近から見た下流側の状況

現地調査用計画B案発電所近くの橋から見た上流側の状況

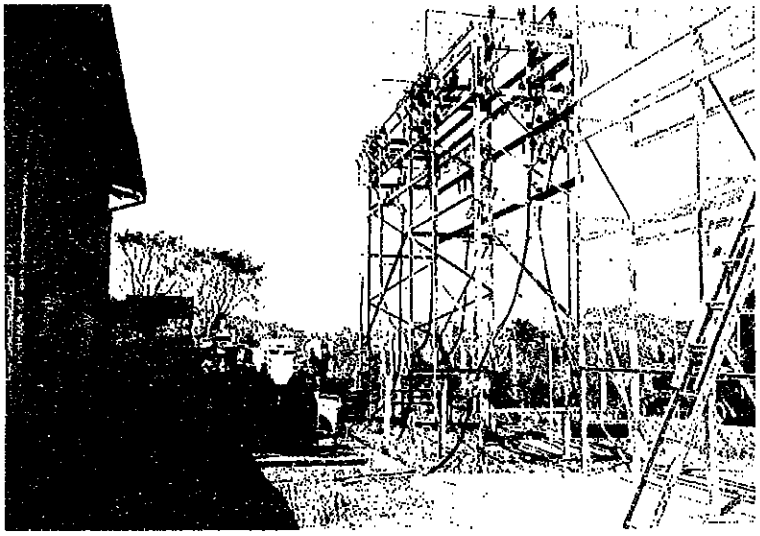
B案発電所付近の橋から見た下流側の状況

B案発電所付近から水槽地点となる山地を見る

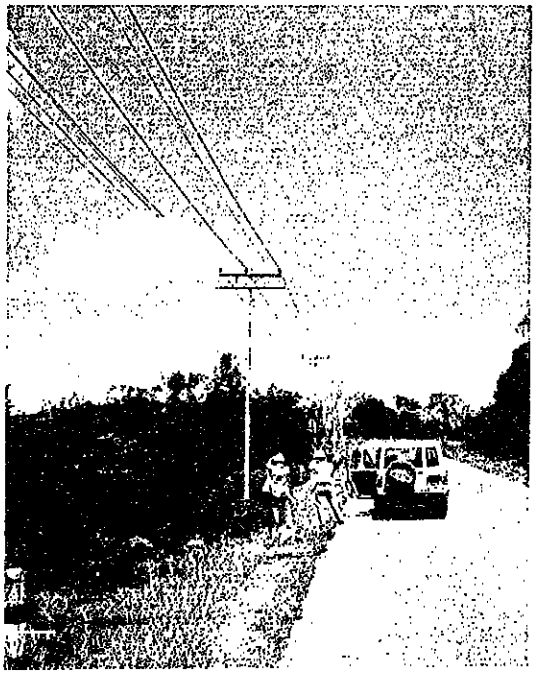




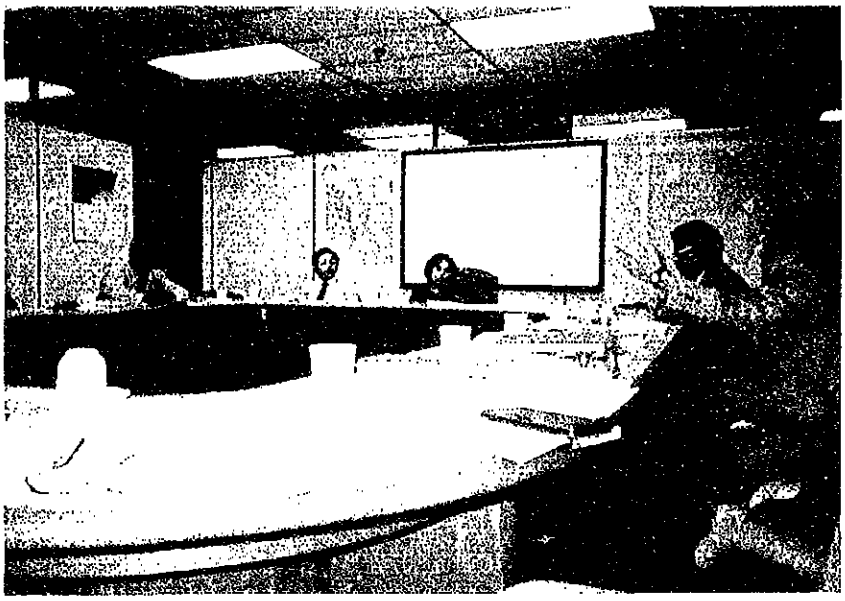

ラナウ・ディーゼル発電所の全景



ラナウ・ディーゼル発電所の変電所



ラナウ・クンダリン間の送電線



ＥＰＵ会議室でのSteering Comittee Meeting

在マレイシア日本国大使館前で

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 大 | 須 | 角 | 遠 | 水 |
| 竹 | 田 | 間 | 山 | 戸 |
| 団 | 団 | 団 | 団 | 団 |
| 員 | 員 | 長 | 員 | 員 |

# 図及び表一覧


図－1　計画地域位置図

図－2　計画地域周辺図

図－Ⅲ．1　ＳＥＢの組織図 …… 32

図－Ⅲ．2　サバ州の主要発電所位置図 …… 33

図－Ⅳ．1　キナバル山地域の地質 …… 42

図－Ⅳ．2　環太平洋の島孤と深発地震面の傾斜 …… 44

図－Ⅳ．3　ボルネオ島周辺の地質構造単元 …… 45

図－Ⅳ．4　雨量・流量観測所位置図 …… 46

図－Ⅳ．5　浮遊土砂と流量の関係 …… 49

図－Ⅴ．1　ラナウ・クンダサン地域の発電所と発電計画地点 …… 51

表－Ⅲ．1　ＳＥＢの発電所 …… 31

表－Ⅲ．2　ラナウ発電所とクンダサン発電所の設備 …… 34

表－Ⅲ．3　ラナウ発電所とクンダサン発電所の実績 …… 35

表－Ⅲ．4　ＳＥＢが選択した３地点 …… 35

表－Ⅲ．5　ＳＥＢの小水力発電所 …… 36

表－Ⅲ．6　ＡＤＢ援助で選定したサバ州の計画地点 …… 36

表－Ⅲ．7　リワグ川本川の図上計画地点 …… 37

表－Ⅲ．8　サバ州の小水力発電開発状況 …… 38

表－Ⅲ．9　電力料金表 …… 39

表－Ⅳ．1　雨量観測所一覧表　1989 …… 45

表－Ⅳ．2　関連する流量観測所 …… 47

表－Ⅳ．3　リワグ川とラブク川の観測所 …… 48

表－Ⅳ．4　ポロング観測所の状況 …… 48

表－Ⅵ．5　観測所の一覧表 …… 49

表－Ⅶ．1　主要ホテル …… 59

表－Ⅸ．1　現地収集資料リスト …… 71

表－Ⅸ．2　参考資料リスト …… 73

# 目　　次

計画地域位置図
計画地域周辺図
写　　真
図及び表一覧

第I章　序　　論 …… 1
　1．本調査の目的 …… 1
　2．要請の背景 …… 1
　3．要請案件の概要 …… 1
　4．調査団構成 …… 2
　5．調査日程 …… 3
　6．現地訪問先と面談者 …… 4
　　参考：要　請　書（T／R） …… 5

第II章　S／W協議及び合意の内容 …… 13
　1．S／W協議 …… 13
　2．合意したS／Wの内容 …… 14
　3．合意したM／Mの内容 …… 27

第III章　サバ州の電力事情 …… 31
　1．サバ州の概要 …… 31
　2．ラナウ地区の概要 …… 34
　3．水力発電開発計画の経緯 …… 35
　4．小水力発電の開発状況 …… 38
　5．電力料金 …… 39

第IV章　リワグ川上流域の概要 …… 40
　1．気　　候 …… 40
　2．地形概要 …… 40
　3．地質概要 …… 41
　　(1) トルスマディ層群 …… 43
　　(2) クロッカー層群 …… 43
　　(3) ピノスク礫層 …… 43
　　(4) 沖積段丘 …… 43

4．地　　震 …… 43
5．水 文 資 料 …… 45
(1) 雨　　量 …… 45
(2) 流　　量 …… 47
(3) 堆　　砂 …… 49

第V章　現地調査の概要 …… 50
1．ディーゼル発電所 …… 50
2．カラバウ小水力発電所 …… 50
3．計画案の現地踏査 …… 50
(1) A案発電所地点 …… 52
(2) B案発電所地点 …… 52
(3) A案取水堰地点 …… 52
(4) 既設送電線への連絡 …… 53

第VI章　本格調査の概要 …… 54
1．調 査 の 目 的 …… 54
2．調 査 内 容 …… 54

第VII章　本格調査に当たっての留意事項 …… 56
1．現地へのアクセス …… 56
2．技術関連事項 …… 56
(1) 水 文 資 料 …… 56
(2) 発 電 計 画 …… 56
(3) 地 形 図 関 係 …… 57
(4) 地 質 図 関 係 …… 57
(5) 環 境 調 査 …… 57
(6) カウンターパートその他 …… 58
3．生活環境関連事項 …… 59
(1) ホ　テ　ル …… 59
(2) 食　　事 …… 59
(3) 通　　貨 …… 59

第VIII章　質問表及びその回答 …… 60

第IX章　現地資料収集リスト …… 71

# 第I章　序　　論

# 第Ⅰ章　序　　論

## 1．本調査の目的

マレイシア政府は、主としてディーゼル発電に頼っているサバ州ラナウ地区の電力需要の増加に対応する目的で、ラナウ地区のリワグ川上流域の小水力発電計画のフィージビリティ調査（F／S）の実施を日本政府に要請越した。

本調査はこれを受けて、フィージビリティ調査を開始するに当たり、以下の内容につき実施した。

(1) 要請の背景及び要請内容の確認

(2) 関連資料の収集

(3) 現　地　踏　査

(4) 本格調査の調査内容、スケジュール等S／Wに関する協議及びその署名

## 2．要請の背景

マレイシアでは、地方における電化計画を促進するに当たり、ディーゼル発電の原価に占める燃料費の割合が大きく、今後も燃料費が上昇傾向にあるとの見通しからこれを安定的な水力発電に代替することが早急な課題となっている。

サバ州（人口132万人、74,000平方km）においてはサバ電力庁（SABAH ELECTRICITY BOARD／SEB）が313MWの発電設備を有し同州内の電力供給を行っているが、その電力構成は、水力21%、ガスタービン9%、ディーゼル70%となっており、特に地方部の電化は現在ディーゼル発電に頼っている状況である。

本プロジェクトの対象地域であるラナウ地区及びクンダサン地区も主としてディーゼル発電により電力供給を行っており、将来の電力需要の増加に対応するためリワグ川上流部の小水力発電開発計画策定の必要から、1990年7月マレイシア政府は本件に係るF／Sの実施を正式に我が国政府に要請越したものである。

## 3．要請案件の概要

現在ディーゼル発電にのみ依存しているラナウ地区及びクンダサン地区の電力需要の増加に対応するため、同地区内でカラバウ及びメシラウ小水力発電所による電力供給が予定されているが、本計画はこれらに続いてリワグ川上流域での小水力発電を策定し、その技術的経済的及び財務的フィージビリティを検討する。

リワグ川上流域は山岳地域で流量は少ないが、比較的落差の取り易い地形であり、同流域での小水力発電開発地点の予備調査を行い、更にそのうちの有望な1地点についてF／Sを行うものである。

また、同調査を通じて、マレイシア側カウンターパートへの技術移転を図る。本章末にマレイシア側より要請された案件概要（Terms of Reference；T／R）を参考までに掲出する。

## 4. 調査団構成

調査団の構成は以下の通りである。

| | | |
|---|---|---|
| 総括 | 角間信義 | 国際協力事業団<br>鉱工業計画調査部長 |
| 小水力発電技術 | 須田 稔 | 国際協力事業団<br>鉱工業計画調査部　資源調査課職員 |
| 調査企画 | 大竹祐二 | 国際協力事業団<br>鉱工業計画調査部　資源調査課職員 |
| 水力発電計画 | 遠山武羅夫 | ㈱八千代エンジニアリング<br>顧問 |
| 水力発電地質 | 水戸 滉 | ㈱八千代エンジニアリング<br>水工部技師長 |

## 5. 調 査 日 程

調査は、1991年3月3日より3月14日まで実施されたが、以下に詳細日程を示す。

| 通算日 | 暦日 | 行程 | | | 調査内容 | 宿泊 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 行程 | 交通手 | 発着 | | |
| 1 | 3／3 (日) | 成田－ホンコン<br>ホンコン－クアラルンプール | CX501<br>CX721 | 10:45 14:35<br>15:30 18:55 | 移動 | クアラルンプール |
| 2 | 3／4 (月) | | 車輌 | | 9：00 JICA事務所打ち合わせ<br>10：30 EPU表敬及びS／W 案説明<br>15：00 大使館表敬 | 〃 |
| 3 | 3／5 (火) | クアラルンプール－コタキナバル | MH546 | 13:40 16:10 | 移動<br>17：00 JOCV事務所打ち合わせ | コタキナバル |
| 4 | 3／6 (水) | | 車輌 | | 9：00 FEDERAL DEVELOPMENT DEPT打合せ<br>10：00 SEB 関係者との打合せ<br>16：00 領事館表敬（団長） | 〃 |
| 5 | 3／7 (木) | | 〃 | | 9：00 SEB 関係者との打合せ | 〃 |
| 6 | 3／8 (金) | | 〃 | | ・サイト視察 | 〃 |
| 7 | 3／9 (土) | | 〃 | | 9：00 TECHNICAL COMMITTEE MEETING (SEB) | 〃 |
| 8 | 3／10 (日) | | | | ・資料整理 | 〃 |
| 9 | 3／11 (月) | コタキナバル－クアラルンプール | MH559 | 19:50 22:10 | 9：30 SEBとの協議及び資料収集<br>移動 | クアラルンプール |
| 10 | 3／12 (火) | | 車輌 | | 9：00 JICA事務所報告<br>15：30 STEERING COMMITTEE MEETING (EPU) | 〃 |
| 11 | 3／13 (水) | | 〃 | | 14：30 S／W 署名及びM／M 確認<br>16：00 大使館報告<br>16：30 JICA事務所報告<br>20：00 団長主催夕食会 | 〃 |
| 12 | 3／14 (木) | クアラルンプール 成田 | MH029 | 09:00 16:15 | 移動 | |

## 6．現地訪問先と面会者

調査団は、援助受入窓口である経済企画庁（Economic Planning Unit／EPU）及びマレイシア側実施機関となるサバ電力庁（Sabcah Electricity Board／SEB）を訪問し、本件実施についての協議を重ねた。

また、Federal Development Departmentは、総理府（Prime Minister's Departmert）内にImplementation and Coordination Unitの下部機関として組織されており、サバ州の同機関は1991年1月に設立されたばかりであり、連邦政府所管のプロジェクトの発掘・モニタリングという本来の技能を果たすには至っていないように見受けられた。

各訪問先の主要面会者は以下の通りである。

(1) 在マレイシア日本大使館

杉田定大　一等書記官
濱田俊一　二等書記官

(2) JICA事務所

岡部和夫　所長
湊　芳郎　次長
永田邦昭　所員

(3) ECONOMIC PLANNING UNIT (EPU)

〈External Assistance Section〉

| | |
|---|---|
| K. Thillainarajan | Principal Asst. Director |
| Wan Norma Wan Daud | Asst. Director |

〈Energy Section〉

| | |
|---|---|
| Siti Hadzar bte Ismail | Diector |
| Tham Ah Fun | Principal Asst. Director |

(4) FEDERAL DEVELOPMENT DEPT. (SABAH)

| | |
|---|---|
| Tuan Haji Ahmad Tukiman | Director |
| Hanan Bin Hj Elias | Engineer |

(5) SABAH ELECTRICITY BOARD (SEB)

〈Planning Dept.〉

| | |
|---|---|
| S.Y. Cheng | Director |
| Richy Wong | Engineer |

〈Hydro Civil Dept.〉

| | |
|---|---|
| Amat Aji | Chief Engineer |
| Nicholas Sautani | Senior Engineer／ Mini Hydro |
| Felix Wong | Civil Engineer／Hydro Civil |
| Baharuddin Mansor | 〃 |

〈参考〉 要　請　書 (T/R)

# FEASIBILITY STUDY OF MINI HYDRO PROJECT AT UPPER LIWAGU RIVER BASIN FOR SABAH ELECTRICITY BOARD (SEB)

## I. INTRODUCTION

With the high cost fuel, and the prospect of continued fuel price escalation, the rural electrification programme becomes costly. It is therefore important that the project be implemented as early as possible in order to provide an alternative renewable cheap energy source for the area concerned.

2. The proposed project area is presently being supplied by diesel stations and in the near future will be supplied by the Caraban Mini Hydro Station. The proposed project will reduce the dependence on fuel and reduce operating cost in the long run.

3. In pursuance of the above objective, the SEB intends to carry out the Feasibility Study that cover the scope of the Upper Liwagu river basin, in Ranau district. A sketch map showing the boundary of the study area is enclosed.

## II. SCOPE OF WORK

4. The Consultants, shall undertake a Feasibilty Study of the Mini-Hydro potential of the above-mentioned river basin and also undertake the technical and economic studies, field

investigations and related work for the development of Mini-Hydro Scheme with a view for implementation at appropriate time.

5. The study will include a detailed analysis and evaluation of the costs and benefits of the power aspects of the river basin comparing it with the alternative source of power for providing electricity in the area concerned.

6. In considering the suitability of the river basin for Mini-Hydro electric projects, the Consultants must satisfy that the project will form a fully integrated system within 5 to 20 km of the rural areas the project is intended to serve. "Run-off-river" type should be given priority to the "Storage Type". The later will be recommended only if it is found to be more beneficial.

7. For the feasibility study of the above-mentioned river basin, the Consultant shall:

   7.1 Select the best site(s) along the river with respect to water intake point and power station site. If the site selected has a potential for future Major Hydro installation, the selected Mini-Hydro site(s) should be as such so that future major hydro installation would not make the

site(s) redundant or future development would be spoiled. Cascade development should be considered;

7.2 Carry out the necessary site investigations including the assessment from the points of geology, hydrology and topography of the selected sites;

7.3 Identify works to be performed before the commencement of detailed Engineering Study such that Employer can carry out such work in advance;

7.4 Undertake a survey of the longitudinal section of the river channel at the site and the proposed conduit route to determine level and typical cross- sections and also a cross section of dam site and intake works;

7.5 Obtain all relevant documents consisting of topographical maps, aerial photographs, geological maps, land use maps, and hydrological data from the relevant Government Agencies. The cost of these documents will be reimbursible to the Consultant in obtaining these documents;

7.6 Collect all available rainfall and stream flow data for the area, and to initiate a collection programme in the area if considered necessary;

7.7 On receipt of topographical, geological and hydrological information, prepare detailed design plans of the development, including a specification for the power station plan, and make a cost estimate, having particular regard to the foreign exchange requirement if materials or workmanship/expertise are imported;

7.8 Estimate the cost of diesel generation, or other alternative means of generation available at the site;

7.9 Make an economic study of the Mini-Hydro power development programme and select the best implementation Time Frame for the scheme or schemes with respect to current development programme in the are. In this connection the consultant will prepare a load forecast for a period of 25 years for the area under study;

7.10 Determine the power capacity to be installed for the sites or sites selected, and determine the costs of each of the following:

i) Civil enginering works

ii) Turbine and engineering equipment

iii) Transmission and distribution system

7.11 Prepare detailed quantity and cost estimates of

land acquisition, engineering design and construction supervision costs for the project including adequate allowance for the price escalation. Provide adequate justification for prices used and their subdivision into components;

7.12 Present an adequately detailed implementation Time Frame for the projects taking into consideration the projected demand of power, and current or future planned generating capacity available in the area under study;

7.13 To prepare drawing consistent to standards of a feasibility level study;

7.14 To undertake an EIA Study as required by the EIA Guidelines, if necessary; and

7.15 From the results of the investigations, and analysis, the consultant shall prepare cost estimates for each project taking into consideration, among other things, the local construction capabilities, prices of major items of construction equipment needed to carry out construction and recommend the least cost methods of construction. The Consultant shall also submit cost benefit analysis for each project comparing it with other alternative means of generation.

## III. BENEFITS AND JUSTIFICATION

8. The Mini-Hydro schemes are expected to be simple schemes where all efforts should be made to minimize cost by considering its technology and maximum use of local materials, doing away with expensive structures, matallised roads and complicated designs. The whole installation shall as far as possible couse minimum distrubance to the environment.

9. In view of the need to transfer technology for planning and development of Mini-Hydro power projects to the staff of SEB and Local Consultants, the Consultant is required to work closely with them as their counterparts throughout the study period. As far as possible the preliminary design work should be carried out in Sabah.

## IV. DURATION AND TIMING OF THESTUDY

10. The Consultants will complete their work within six months. This include time for the review of the consultants interim report and debriefing meeting among the Consultant and SEB as well as for the review of the draft final report before the consultants finalize and submit the Final report to the Employer. It is anticipated that a total of 8.5 manmonths of Consultants' services will be required.

## V. REPORTING

11. The Consultants shall prepare and submit the following reports in English:

a) An Inception Report within 15 days of commencement of their work. This report will contain the Consultants approach to the study and detailed work schedule.

b) An Interim Report within 3 months of commencement of their work. This report will contain the Consultants findings and recommendations covering the first 3 months of the study.

c) A Draft Final Report within 5 months of commencement of their work. The report will cover the entire terms of reference of the study with sufficient detail for review.

d) Final Report within one months after receipt of the comments on the draft final report from the Employer in 25 copies.

## VI. CONSULTANT'S QUALIFICATION AND EXPERIENCE

12. The Consultant's must have extensive experience in the field related to mini-hydro.

## VII. PROJECTS STUDY COORDINATION/MONITORING

13. A Steering Committee and Technical Committee will be established to coordinate and monitor the progress of the study. "

# 第Ⅱ章　S／Wの協議及び合意の内容

# 第Ⅱ章　S／Wの協議及び合意の内容

## 1．S／W協議

1991年3月4日、調査団は、事前にマレイシア側に送付し内容検討依頼済であった当方S/W案の概略をEPU関係者に説明した後、SEB関係者との協議及び現地踏査を実施した。これらの結果を踏まえながら調査団と各関係者は、3月9日に技術的観点を主体とした協議のためTechnical Committee MeetingをSEBにおいて、また、3月12日にS／Wの内容を含めた本件に関する全体的協議のためにSteeisng Committee MeetingをEPUにおいてを持った。

これらの協議及び現地踏査の結果、当方S／W案通りでマレイシア側の合意が得られたため、EPUエネルー局長Ms Siti Hadzer bte Ismail と調査団長の間でS／W に署名を行うとともにSteering Committee Meetingの協議内容を議事録（Minutes of Meeting, M／M）で確認した。

なお、S／W中の実施スケジュール（Tentative Time Schedule）のうち、SEB側が実施する予定となっている地形測量（Topographic Survey）等現地調査工事をSEBが現地業者へ発注する手続きに2ヶ月程度要するとのSEB側の申し出によりこれを勘案して実施スケジュールの一部を変更した。

主な協議内容及び調査団所感は以下の通りである。

(1) SEBは、ラウナ地区の今後の電力需要の増加に対応するためリワグ川上流域の小水力発電の開発は必要不可欠であると認識しており、本件F／Sの調査結果の重要性はもとより、SEB技術者への技術移転の観点からも本件実施を要望している。調査団が接触した限りでは、SEBの実施体制は必ずしも充分とはいえず、S／W上SEB側の負担となっている現地調査工事の進渉等を充分注視し円滑な調査の実施を図っていく必要はあるものの、本件の実施による技術移転の効果としてSEBの実施体制（時に人材面で）の強化は充分期待できる。

(2) マレイシア政府は、電源開発の政策として、

① 電源構成上の水力発電の占める割合を、1981年の12%から2000年には31%にする計画であること、及び

② 無電化地域または中央送電網に属さない地方の電化に小水力発電の開発を奨励していることから、F／S後の本件プロジェクト実施の資本金手当として政府（エネルギー・通信・郵政省）からの補助金の交付が期待される。

(3) M／Mで確認した主な事項は以下の通りである。

① 本件はニュージーランドのコンサルタント（Tonkin & Taylor）が、リワグ川流域を対象にリストアップした19の候補地点を再検討し、いくつかの有望地点の中から選定した1地点につきF／Sを実施するものである。

② 環境影響調査（Environmental Impact Study）及び地形・地質・水文調査はSEBが実施し、JICAはこれらの調査の技術仕様書の作成及び調査実施上の技術的指導を行う。

また、SEBは水文資料収集のために水文観測所を直ちに設置することとする。

③ JICAは、SEB技術者への技術移転の観点から、本格調査の作業をできるだけ「マレイシア」国内で実施するよう検討する。このため、ＳＥＢは土木・機械・電気の技術者を各々１名、また、テクニシャンを１～２名配置する。

カウンターパート（Ｃ／Ｐ）の本邦研修については、本格調査の「マレイシア」国内作業が充分実施できない場合の補完として検討する。

④ 「マレイシア」国からの５万分の１の地形図及び航測写真持ち出しは禁止されているが、これらの資料は日本での事前準備のため必要であることから、マレイシア側は同国外務省経由でこれらの資料を速やかに在日本マレイシア大使館に送付する。

## ２．合意したＳ／Ｗの内容

合意したＳ／Ｗの全文を以下に掲載する。

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON

SMALL SCALE HYDROELECTRIC POWER DEVELOPMENT PROJECT
AT UPPER LIWAGU RIVER BASIN
IN SABAH, MALAYSIA

AGREED UPON BETWEEN
THE ECONOMIC PLANNING UNIT
OF
THE PRIME MINISTER'S DEPARTMENT
ON BEHALF OF
THE GOVERNMENT OF MALAYSIA
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

KUALA LUMPUR
MARCH 13, 1991

Ms. SITI HADZAR MOHD. ISMAIL
DIRECTOR,
ENERGY SECTION,
ECONOMIC PLANNING UNIT,
on behalf of
GOVERNMENT OF MALAYSIA

Mr. Nobuyoshi KAKUMA
LEADER,
PRELIMINARY STUDY TEAM,
on behalf of
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

## I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Malaysia, the Government of Japan decided to conduct a feasibility study on Small Scale Hydroelectric Power Development Project at Upper Liwagu River Basin in Sabah (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the relevant Malaysian authorities.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## II. OBJECTIVE OF STUDY

The main objective of the Study is to formulate an optimum plan for Small Scale Hydroelectric Power Development Project at Upper Liwagu River Basin in Sabah (hereinafter referred to as "the Project") through assessment of its technical, economic and financial feasibility.

## III. SCOPE OF STUDY

The Study consists of the following three (3) stages :

1. Identification Stage
2. Field Investigation Stage
3. Preliminary Design Stage

The details at the respective stages are itemized as follows :

1. Identification Stage

(1) Data collection

Collection and review of existing data and information related to the Study

(2) Site reconnaissance

(a) Ground surface survey on topography and geology at the Project site

(b) Preliminary hydrological survey

(c) Preliminary study on environmental impact, resettlement and compensation

(d) Substation and transmission line routes from the Project site to the existing power system

(e) Access roads and transportation

(3) Power study

(a) Review and analysis of existing and planned power supply, substation and transmission facilities, including operations thereof

(b) Review and analysis of power consumption growth and characteristics of its pattern

(c) Review and analysis of power demand and its peak demand till the year of 2015

(4) Site selection study

(a) Formulation of alternative schemes in consideration of total development at upper Liwagu river basin

(b) Site selection among the alternatives from the technical, economic and environmental viewpoints

(c) Preliminary layout of the selected scheme

(5) Preparation of specifications

Preparation of technical specifications of the selected scheme

2. Field Investigation Stage

(1) Topographic survey

(a) Photogrammetric mapping including ground control survey on the basis of existing aerophotos

(b) Topographic survey and mapping of the selected site

(2) Geological investigation

(a) Drilling work and permeability tests at the main structure sites

(b) Seismic prospecting at the main structure sites

(c) Field/laboratory test of the construction materials such as concrete aggregate

(d) Preparation of geological map

(3) Hydrological survey

(a) Observation of rainfall, stream flow discharge and sediment loads

(b) Hydro-meteorological study and analysis of discharge, and estimation of sedimentation

(4) Environmental impact study

(a) Environmental impact assessment

(b) Investigation of resettlement and compensation

(c) Estimation of the cost of the environmental impact mitigation, the ressetlement and the compensation

3. Preliminary Design Stage

(1) Selection of the optimum plan

(a) Formulation of alternative development plans

(b) Comparative study and selection of the optimum plan

(2) Preliminary design

Prelilimnary design work of the power plant, switchyard, transmission line and substation including temporary construction facilities

(3) Cost estimation

(a) The estimation of the cost of the plan in terms of local and foreign currencies

(b) Scheduling of yearly disbursement

(4) Construction plan

Formulation of the construction plan in a time-oriented bar chart

(5) Economic and financial analyses

(a) Economic analysis composed of the project cost, operation and maintenance costs, economic analysis of alternative resources, calculation of the economic internal rate of return and its sensitivity analysis

(b) Financial analysis composed of financial project cost, cash flow, calculation of the financial internal rate of return and its sensitivity analysis

## IV. STUDY SCHEDULE

The study will be conducted in accordance with the tentative time schedule as shown in Appendix 1.

## V. REPORTS

1. JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Malaysia :

   (1) Inception report

   10 copies within 1 month after commencement of the Study

   (2) Interim Report

   10 copies within 2 months after commencement of the Study

   (3) Progress Report

   10 copies within 8 months after commencement of the Study

   (4) Draft Final Report

   10 copies within 13 months after comencement of the study

   (5) Final Report

   25 copies within 2.5 months after receiving comments from the Government of Malaysia on the Draft Final Report

2. The Japanese Study Team (hereinafter refferd to as "the Team") should ensure that all data, information, maps, materials and findings connected with the study are kept confidential and not disposed of or revealed to any third party except with prior written consent of the Government of Malaysia. Such maps and aerial photographs are to be returned to the Government of Malaysia immediately upon completion of

the Study. All reports when finalized and submitted to the Government of Malaysia shall remain the property of the Government of Malaysia.

## VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings by the Government of Japan and the Government of Malaysia is detailed in Appendix II.

## VII. UNDERTAKING BY THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Malaysia shall take the following necessary measures:

1. To inform the member of the Team of any existing risk in the study area and to take any measures deemed necessary to ensure the safety of the Team.

2. To secure the necessary entry permits for the Team to conduct field surveys in Malaysia and exempt them from consular fees.

3. To exempt the members of the Team from taxes and duties as normally accorded under the provison of Malaysian General Circular No. 1 of 1979, on equipment, machinery and other materials brought into and out of Malaysia for the conduct of the Study.

4. To exempt the members of the Team from Malaysian income tax on their official emoluments in respect to their period of assignment in Malaysia in connection with the conduct of the Study, but the Government of Malaysia shall retain the right to take such emoluments into account for the purpose of assessing the amount to be applied to income from other sources.

5. To provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Malaysia from Japan in connection with the conduct of the Study.

6. To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study.

7. To provide the Team with medical services when needed, but the expenses will be chargeable to the members of the Team.

8. To provide the Team with available data, maps, drawings and information necessary for the excution of the Study.

9. To make arrangements for the Team to take back to Japan the data, maps and materials connected with the Study, subject to the approval of the Government of Malaysia in order to prepare the reports.

10. To appoint counterpart personnel to the Team during the study period.

11. To provide the Team with suitable office space with clerical services and necessary office equipment in Kota Kinabalu.

12. To provide the Team with adequate means of local transport for official travel only.

13. To indemnify any member of the Team in respect of damages arising from any legal action against him in relation to any act performed or omissions made in undertaking the Study except when the two Governments agree that the member is guilty of gross negligence or wilful misconduct.

14. To nominate the Sabah Electricity Board (SEB) to act as counterpart agency for the Study and the Economic Planning Unit (EPU) as the main coordinating body in relation to other relevant Governmental and non-Governmental organizations.

## VIII. UNDERTAKING BY JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

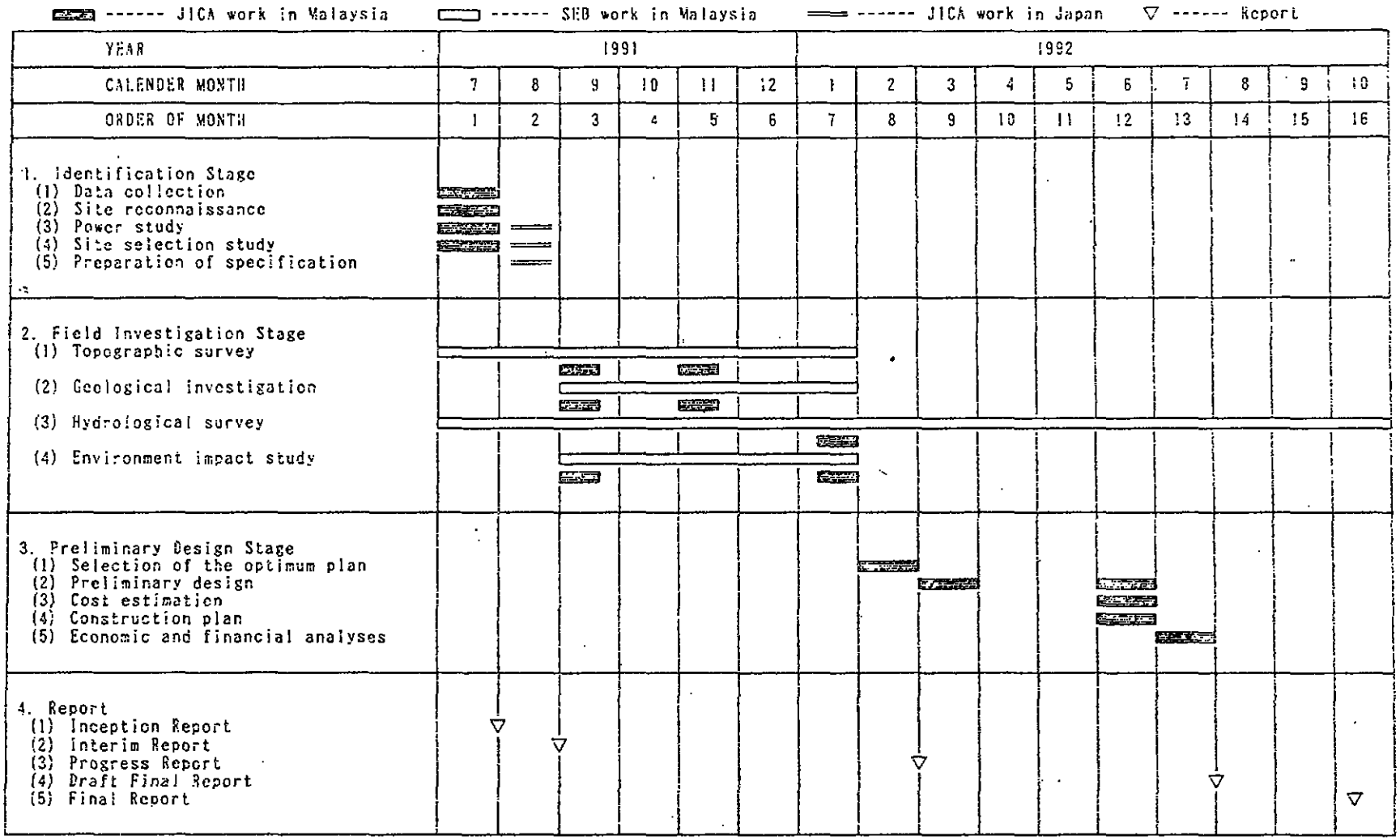
1. To dispatch, at its own expense, the Team to Malaysia.

2. To pursue technology transfer to the Malaysian counterpart personnel in the course of the Study.

## IX. CONSULTATION

JICA, EPU and SEB shall consult with each other in respect to any matter that may arise from or in connection with the Study.

Appendix 1 TENTATIVE TIME SCHEDULE



Appendix II DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

| Working Items | Undertaking by the Government of Japan | Undertaking by the Government of Malaysia |
|---|---|---|
| 1. Identification Stage | | |
| (1) Data Collection | 1 Review and analysis | 1 Provision of all necessary data/information |
| (2) Site reconnaissance | 1 Site reconnaissance | 1 Assignment of counterpart personnel<br>2 Clearance of access route<br>3 Assist in preliminary hydrological survey<br>4 Assist in preliminary environmental study |
| (3) Power study | 1 Review and analysis | 1 Provision of all necessary data/information |
| (4) Site selection study | 1 Formulation of alternatives<br>2 Site selection<br>3 Preliminary layout | 1 Provision of all necessary data/information<br>2 Confirmation of the selected site |
| (5) Preparation of specifications | 1 Preparation of specifications | 1 Provision of all necessary data/information |
| 2. Field Investigation Stage | | |
| (1) Topographic survey | 1 Programming<br>2 Identification of location | 1 Carrying out of survey<br>2 Photogrammetric mapping (1:5,000)<br>3 Topographic mapping (1:500) |
| (2) Geological investigation | 1 Programming<br>2 Identification of location | 1 Provision of all necessary data/information<br>2 Carrying out of investigation<br>3 Preparation of geological map |

| Working Items | Undertaking by the Government of Japan | Undertaking by the Government of Malysia |
|---|---|---|
| (3) Hydrological survey | 1 Programming<br>2 Identification of location<br>3 Analysis of data | 1 Installation of measuring instruments<br>2 Observation<br>3 Provision of all necessary data/information |
| (4) Environmental impact study | 1 Programming<br>2 Review of the result | 1 Provision of all necessary data/information<br>2 Carrying out of study<br>3 Preparation of study report |
| 3. Preliminary Design Stage | | |
| (1) Selection of the optimum plan | 1 Formulation of alternatives<br>2 Comparative study and optimization | 1 Provision of all necessary data/information<br>2 Confirmation of the plan |
| (2) Preliminary design | 1 Design | 1 Provision of all necessary data/information |
| (3) Cost estimation | 1 Estimation | 1 - ditto - |
| (4) Construction plan | 1 Formulation | 1 - ditto - |
| (5) Economic and financial analyses | 1 Analysis | 1 - ditto - |

## 3. M／Mの内容

1991年3月12日に開催されたSteering Committee Meetingの議事録（M／M）の全文を以下に掲載する。

Minutes of the First Steering Committee
Meeting on the Small Scale Hydroelectric
Power Development Project at
Upper Liwagu River Basin

---

Date : 12th. March, 1991

Time : 3.30 p.m.

Venue : Conference Room D,
4th. Floor,
Economic Planning Unit

Present

MALAYSIA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Cik Siti Hadzar Mohd. Ismail (Chairman) | - | Economic Planning Unit (EPU) |
| 2. | En. K. Thillainadarajan | - | EPU |
| 3. | En. Tham Ah Fun | - | EPU |
| 4. | Puan Wan Norma Wan Daud | - | EPU |
| 5. | En. Amat Aji | - | Sabah Electricity Board (SEB) |
| 6. | En. Hanan Hj. Elias | - | Federal Development Department |
| 7. | En. Mohamad Yazi Md. Zin | - | EPU |

JICA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Mr. Nobuyoshi Kakuma | - | JICA Study Team (Leader) |
| 2. | Mr. Minoru Suda | - | JICA Team (Member) |
| 3. | Mr. Yuji Otake | - | JICA Team (Member) |
| 4. | Mr. Murao Toyama | - | JICA Team (Member) |
| 5. | Mr. Hiroshi Mito | - | JICA Team (Member) |

Embassy of Japan

Mr. Shunichi Hamada

JICA Malaysia Office

Mr. Kuniaki Nagata

Madam Chairman welcomed all members of the Steering Committee and stated that the purpose of the meeting was to discuss and finalise the scope of work for the feasibility study on a Small Scale Hydro Electric Power Development Project at the Upper Liwagu River Basin.

2. The meeting was informed that a Technical Committee Meeting had been held at SEB in Kota Kinabalu on 9 March 1991 to iron out some technical issues on the draft scope of work.

3. The meeting agreed that the proposed feasibility study will draw upon findings of the Hydro Power Options Study carried out by Tonkin and Taylor in 1990 which identified 19 sites along the Liwagu river basin. The proposed study will review the sites and may identify a few more sites. Subsequently, several sites will be choosen for prefeasibility study and finally only one site will be selected for feasibility study.

4. The meeting was informed that the proposed study would be undertaken in three stages, namely

(i) identification stage

(ii) field investigation stage

(iii) preliminary design stage

5. On the proposed time schedule, the meeting was informed that SEB would need two months to do the necessary preparatory work before the implementation of the field investigation stage. The meeting was further informed that certain JICA administrative requirement with regard to the timing of the financial year would have to be considered. It was agreed that the time schedule be adjusted accordingly as shown in Appendix I of the Scope of Work.

6. The SEB agreed to undertake the environmental impact assessment (EIA), geological investigation as well as the topographic and hydrological surveys as proposed by JICA. JICA would play a supervisory role in these activities. The meeting agreed that, at this stage, the EIA study would be preliminary in nature. It was also agreed that a hydrological gauging station will be established as soon as possible by SEB.

7. In response to the Malaysian Government's request, JICA would endeavour to undertake the bulk of the study in Kota Kinabalu with a view to transfering technology to SEB counterparts. Alternatively, SEB counterparts would be sent to Japan for training. The SEB agreed to provide one civil

engineer, one mechanical engineer, one electrical engineer and one or two technicans as counterparts for the study.

8. The JICA team requested some classified documents such as topographic maps to be brought back to Japan to enable them to prepare their tender documents. The meeting agreed that the classified documents can only be accessed by JICA through diplomatic channel. JICA was requested to submit a list of documents required. The team was ensured that these documents would be made available to them at the Malaysian Embassy in Japan.

9. There being no other matter to be raised, Madam Chairman thanked all members of the Steering Committee for their presence and comments. The meeting was adjourned at 4.10 p.m.

yazi/okt90/minit

# 第Ⅲ章　サバ州の電力事情

# 第Ⅲ章　サバ州の電力事情

## 1．サバ州の概要

サバ州はマレイシア連邦13州の中の一つでボルネオ島の北東に位置し、南シナ海とスル海に面している。西側は東マレイシアの一方の州サラワク州との境界となっている。また、南側はインドネシア（カリマンタン）と国境を接している。州の面積は約76,000㎢、人口は1990年で約132万人で人口密度はほぼ17人／k㎡である。

マレイシアの電力事業はエネルギー・通信・郵政省の管轄下に、1990年に民営化の第一歩として公社化された国家エネルギー公社（TNB）、サラワク電力供給公社（SESCO）とサバ電力庁（SEB）の３社があり、それぞれの供給区域において、電源開発から送配電まで一貫した事業を行っている。SEBは1957年の電気条例に基づいて設立された北ボルネオ電力庁を1963年に改組したものである。

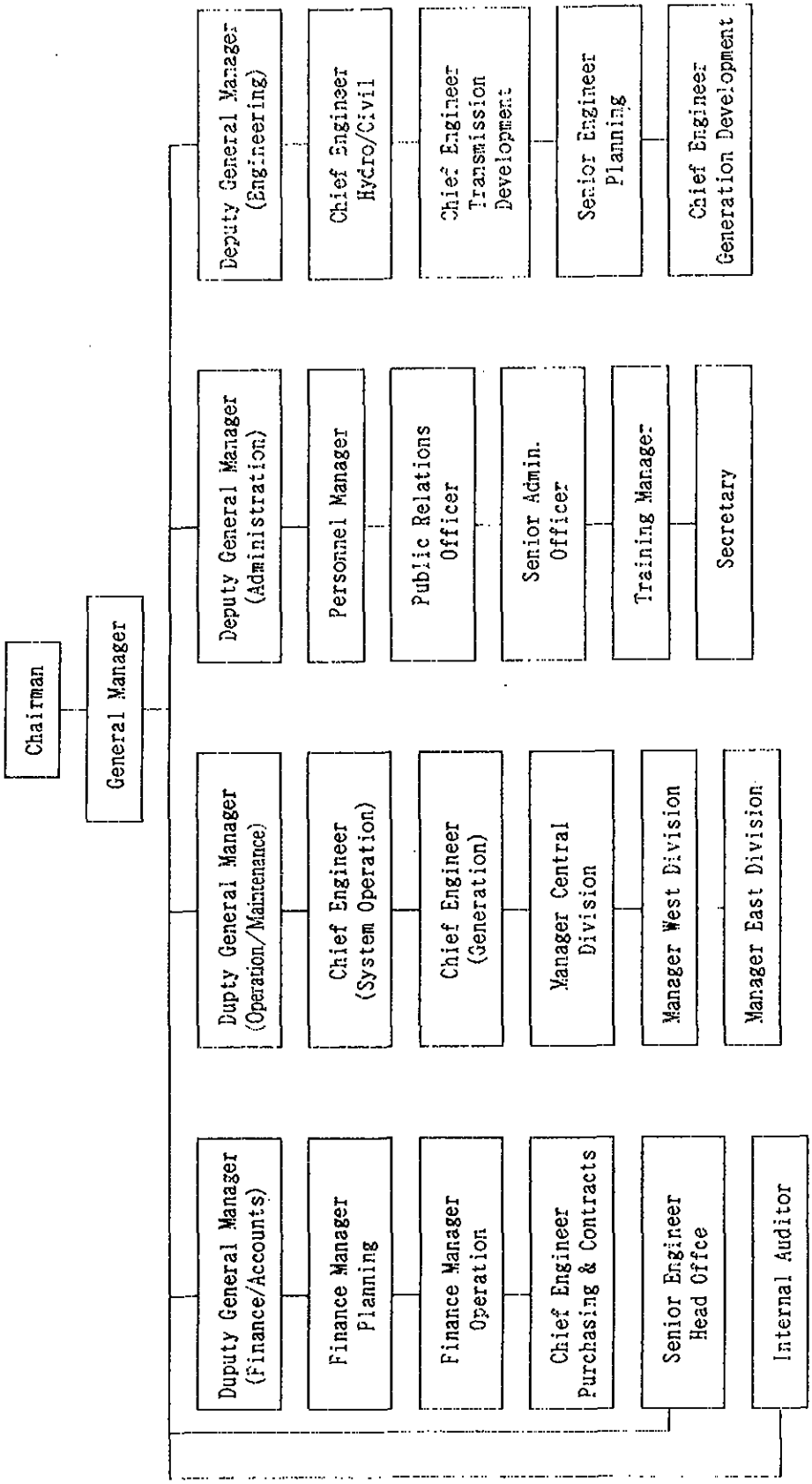
SEBの組織図を図　Ⅲ．１に示す。

SEBの設備容量の推移を見ると、1975年に72MWであったものが、1986年には317MWに増加し、この間年約15%増加している。当初はディーゼル発電所だけであったが、近年はガスタービンや水力発電が導入された事により、電源が多様化してディーゼルの構成比が低下し、現在の電源構成比は水力21%、ガスタービン９%、ディーゼル70%となっている。

表－Ⅲ．１　ＳＥＢの発電所

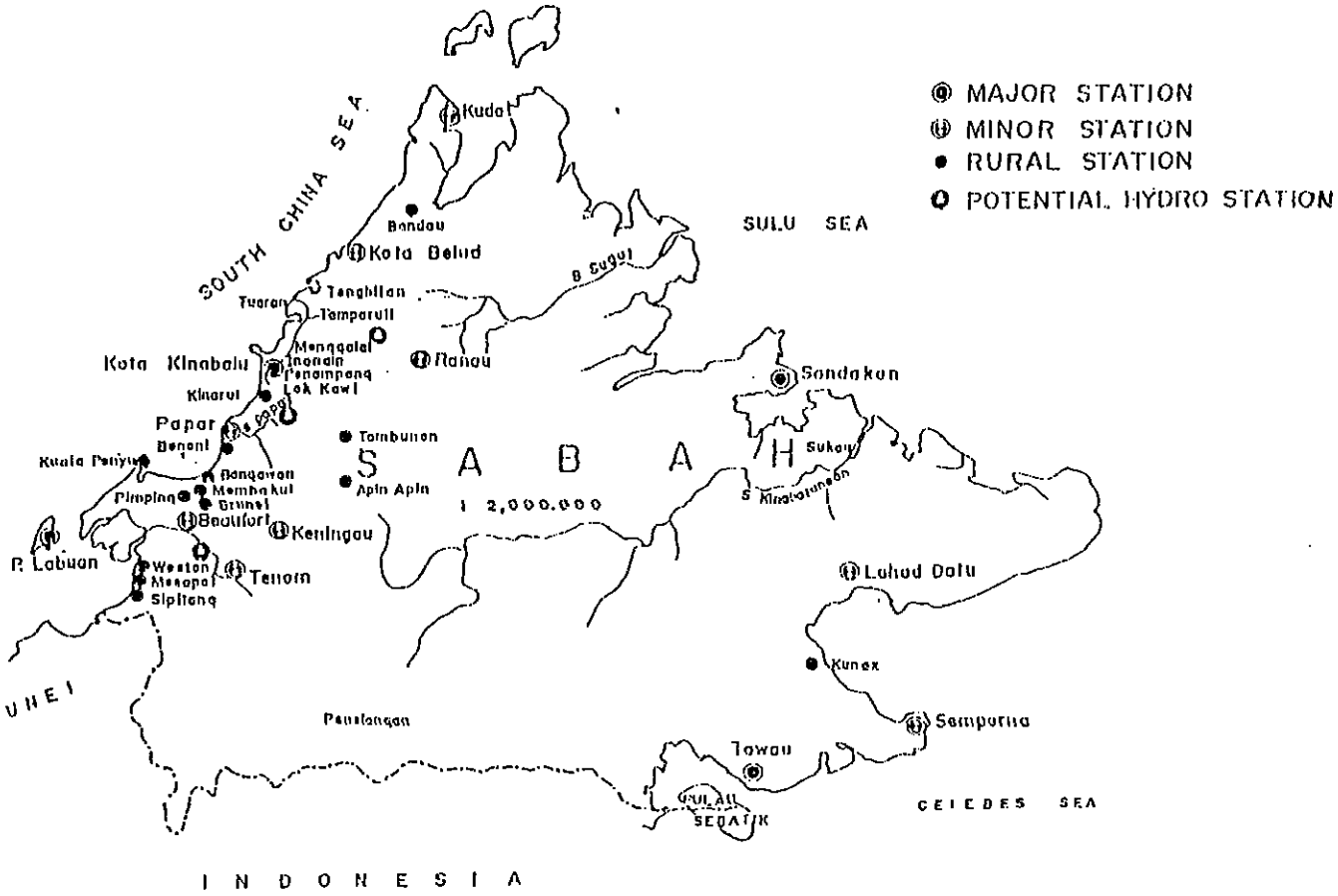
（出典：資料－18）

| 発電型式 | 発電所数 | 発電機台数 | 容量（ＭＷ） | 年間発電量（Ｇｗｈ） | 平均負荷率（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| ディーゼル | 38 | | 220 | 550 | 29 |
| 水力 | 1 | 3 | 66 | 345 | 60 |
| 小水力 | 2 | 2 | 1 | N/A | |
| ガス | 1 | 2 | 30 | 72 | 28 |
| 計 | 42 | | 317 | 970 | 35 |


Chairman
General Manager
Deputy General Manager (Engineering)
Chief Engineer Hydro/Civil
Chief Engineer Transmission Development
Senior Engineer Planning
Chief Engineer Generation Development
Deputy General Manager (Administration)
Personnel Manager
Public Relations Officer
Senior Admin. Officer
Training Manager
Secretary
Dupty General Manager (Operation/Maintenance)
Chief Engineer (System Operation)
Chief Engineer (Generation)
Manager Central Division
Manager West Division
Manager East Division
Duputy General Manager (Finance/Accounts)
Finance Manager Planning
Finance Manager Operation
Chief Engineer Purchasing & Contracts
Senior Engineer Head Office
Internal Auditor

図－Ⅲ．１　ＳＥＢの組織図

主要発電所の分布状況を図－Ⅲ．２に示す。




図－Ⅲ．２　サバ州の主要発電所位置図

サバ州は典型的な一次産業型で、電力消費量の多い二次産業が極めて少ない。このため1986年の電力需要は660万kWh で需要者当たりの電力消費量は約4,900kWh／年である。

電力設備は西海岸沿いに主として分布し、132kV送電線（Tenom Pangi～Kota Kinabalu）が西海岸沿いに設けられているのみで、その他の地域では都市部に単独系統の電力供給が行われているのみである。

## 2．ラナウ地区の概要

サバ州は４つの行政区（Division）に分かれており、今回マレーシア側から要請のあったプロジェクト対象地域の属するラナウ管区（District）は西海岸行政区（Westcoast Residency）の８つの管区のうちの１つである。

ラナウ管区は州都コタキナバルの東、直線距離で約50kmの所にあり、面積は約3,000km²である。人口は約29,000人、人口密度はほぼ10人／km²、家族数は約5,600で、その中心はラナウ（標高約550m）でリワグ川（S. Liwagu）の両岸斜面に発達した街である。

リワグ川はキナバル山（標高4,101m）を水源として南東に流下し、ケギバンガン川（S. Kegibangan）等を合わせ、下流でラブク川（S. Labuku）となる河川である。

ラナウ地区の電力設備はディーゼル発電機を運転するラナウ発電所とクンダサン発電所が、ラウナ～クンダサン送電網を構成した単独系統で稼動しており、設備容量は1,645kWと1,040kWであるが、現在は能力が低下して、それぞれの実容量は1,245kWと945kWになっている。

ラナウ発電所及びクンダサン発電所の設備と実績を表－Ⅲ．２と表－Ⅲ．３に示す。

リワグ川の支川に建設されたカラバウ（２×1,000kW）とメシラウ（295kW）小水力発電所からの送電線は、ラナウ～クンダサン系統に接続されており、近く電力が供給されることになる。

表－Ⅲ．２　ラナウ発電所とクンダサン発電所の設備（出典：資料－２）

| 発　電　機 | ラナウ発電所 | クンダサン発電所 |
|---|---|---|
| 315 kW | × 3 ＝ 945 | × 2 ＝ 630 |
| 300 kW | × 1 ＝ 300 | |
| 205 kW | | × 2 ＝ 410 |
| 200 kW | × 2 ＝ 400 | |
| 計 | １６４５ kW | １０４０ kW |

表－Ⅲ．３　ラナウ発電所とクンダサン発電所の実績　　(出典：資料－21)

| | 発電量 ×10³kwh | 販売量 | 発電量 ×10³kwh | 販売量 | 発電量 ×10³kwh | 販売量 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 1978 | | 1979 | | 1980 | |
| Ranau | 1,159 | 1,043 | 1,152 | 1,091 | 1,462 | 1,365 |
| Kundassang | — | — | — | — | — | — |
| 年 | 1981 | | 1982 | | 1983 | |
| Ranau | 1,778 | 1,609 | 1,975 | 1,823 | 2,422 | 2,129 |
| Kundassang | — | — | — | — | — | — |
| 年 | 1984 | | 1985 | | 1986 | |
| Ranau | 2,594 | 2,311 | 3,168 | 2,871 | 3,532 | 3,070 |
| Kundassang | — | — | 725 | 651 | 893 | 867 |
| 年 | 1987 | | | | | |
| Ranau | 3,862 | 3,314 | | | | |
| Kundassang | 1,078 | 1,011 | | | | |

ラナウ地区の電化率は約40%と低い値を示しており、電力の需要量は3,300,000kWh／年で、需要者当たり約1,600kWh／年となり、サバ州全体の平均値の約１／３である。電力の消費量は家庭用が53%、産業用が13%、商業用が34%の構成比率で、各用途別の伸び率は1987～1989年間でそれぞれ10%、５%及び５%となっている。

## ３．水力発電開発計画の経緯

(1) マレイシア政府は1980年、サバ州とサラワク州でニュージーランドのコンサルタント（Tonkin & Taylor ）に依頼し、水力開発計画地点、100地点についての予備調査を行った。これらの計画地点よりサバ、サラワク州のそれぞれから15地点を選定し、政府とSEB,SESCOとが協議の結果、それぞれから10地点を選んで詳細設計を実施した。サバ州ではその中から次の３地点を建設することになった。

表－Ⅲ，４　ＳＥＢが選択した３地点

(出典：資料－18)

| 計画地点 | 設備容量 | 河川名 | 行政区 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| Malang Kap | 1×500kw | S.Waiginatal | Kota Belud | 建設中 |
| Merotai | 1×1,000kw | S.Merotai | Tawau | 建設中 |
| Kemabong | 1×500kw | | Tenom | 建設中 |

(2) ＳＥＢは1981年に小水力発電パイロットプロジェクトとして、スイスのコンサルタント（SG１）とサバのコンサルタント（ＳＥＳ）のＪＶと契約してカラバウ（Carabau）（S.Liwagu, Ranau）、サヤプ（Sayap）（S. Wariu,Kota Belud）、マラクパラク（Marak Parak）（S. Kinaram,kota Marudu）のＦ／Ｓを実施し、カラバウとサヤプ計画は建設することとなり、マラクパラクは他の２地点よりも割高となるので着手を遅らせることとなった。カラバウ地点はリワグ川の支川 Bambangan 川で今回の対象地域内に位置している。

表－Ⅲ．５　ＳＥＢの小水力発電所

（出典：資料－28）

| 計　画 | 設　備(KW) | 河 川 名 | 行 政 区 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|
| Carabau | 2 × 1000 | Liwagu | Ranau | 竣　　工 |
| Sayap | 2 × 500 | Warium | Kota Belud | 建　設　中 |

(3) ＳＥＢはリワグ川流域の開発計画としてイギリスのコンサルタント（WLPU）と契約し、1984年に1,900MWの容量で年間11,700GWhを供給できる、全体で68の開発計画についてのマスタープランを作成した。この中から1988年にリワグ川中流域（Ranau～Telupid）で最も有望な地点のPreF／Ｓを４案実施し、この中から選定された最下流案のリパソ（Lipaso）計画（Lipaso, 165MW 123kV送電線270km）についてＦ／Ｓを行った。本計画は今回の対象地域の下流に位置する。（参考：資料　24）

(4) ＳＥＢはアジア開発銀行（ＡＤＢ）の援助で1988年にサバ州とサラワク州で10地点の小水力発電計画についてTonkin & Taylorと契約しPreＦ／Ｓを実施した。

需要調査に基づいて従来のエネルギー燃料との経済比較と経済分析の結果サバ州における計画地点として次の５地点が選定された。

表－Ⅲ．６　ＡＤＢ援助によるサバ州の計画地点

（出典：資料－18）

| 地 点 名 | 設 備 容 量 | 河 川 名 | 行 政 区 |
|---|---|---|---|
| Naradau | 800 kw | Mesilau | Ranau |
| Mesilau | 300 kw | Liwagu | Ranau |
| Tendulu | 250 kw | Tendulu | Tambunan |
| Pampang | 500 kw | Pampang | Tambunan |
| Baiaya | 1,800 kw | Baiayo | Tambunan |

上記地点のうちNaradau（既設発電所の修復）とMesilau はリワグ川の支川で今回の対象地域内に位置している。

なお、この報告所の中で、リワグ川上流域の全体計画の必要性が提言されている。

(5) 1990年、水力開発のオプション・スタディー（包蔵水力調査）としてTonkin & Taylorが、サバ州の全８流域のうち有望なTawau（33地点）、Segama（25地点）、Sugut（22地点）、Pantai Barat（60地点）の４地区のPreF／Sを行い、これにより14地点の開発リストを作成した。なお、残りの４流域については、Peusianganは需要家が無く、Padasは別途スウェーデンのコンサルタントが実施しておりリワグ川中流域は英国のコンサルタントが実施済みである。更に包蔵水力調査の拡張として、特にリワグ川上流域について図上計画により24点を選定している。この24地点の内、１ MW以上の計画はメシラウ修復計画を除くと19地点となるが、この中にはリワグ川本川のものとして、次の７地点が含まれている。

本案件の調査は上記の拡張包蔵水力調査の結果を踏まえて行うものである。（参考：資料－５，18）

表 Ⅲ．７　リワグ川本川の図上計画地点

（出典：資料－６）

| Map Sheet No | Site Name | Intake EL | Tail EL | Capa. MW |
|---|---|---|---|---|
| 5 / 116 / 3 | Lobok | 4000 ft | 3500 ft | 1.0 |
| 〃 | Gantong A | 2800 ft | 2200 ft | 6.2 |
| 〃 | Gantong B | 2800 ft | 2000 ft | 8.2 |
| 〃 | Pakai | 2050 ft | 1360 ft | 10.2 |
| 〃 | Kigiok B | 1480 ft | 1200 ft | 8.4 |
| 〃 | Kigiok A | 1500 ft | 1410 ft | 2.6 |
| 〃 | Nampasan | 1260 ft | 1140 ft | 7.3 |

## 4．小水力発電の開発状況

サバ州における小水力発電の開発状況は次の通りである。

表－Ⅲ．8　サバ州の小水力発電開発状況

（出典：資料－7，21）

| | 計画名 | 設備出力 (kw) | 行政区 | 河川名 取水 | 河川名 放水 |
|---|---|---|---|---|---|
| 計画中 | Kian | 1× 110 | KotaBelud | Kadamaian | Kadamaian |
| | Pukak | 1× 240 | Tuaran | Tuaran | Tuaran |
| | Poring | 1× 250 | Ranau | Mamut | Nigong |
| | Tenompok | 1× 80 | Tambunan | Nukakatan | Mensangoh |
| | Tambunan | 1× 240 | Tambunan | Tandulu | Pegalan |
| | Togop | 1× 250 | Ranau | Pandiruan | Sesapan |
| | Bowbala | 1×1000 | Tawau | Tawau | Tawau |
| | Mesilau | 2× 100 | Ranau | Mesilau | Liwagu |
| | (修復) | 1× 95 | | | |
| | 小計 | 2465 | | | |
| 建設中 | Kemabong | 1× 500 | Tenom | | |
| | Merotai | 1×1000 | Tawau | Merotai | Merotai |
| | Sayap | 2× 500 | KotaBelud | Wariu | Wariu |
| | Malangkap | 1× 500 | KotaBelud | Panataran | Waiginatai |
| | 小計 | 3000 | | | |
| 竣工 | Carabau | 2×1000 | Ranau | Bambangan | Liwagu |
| | Tomani | 1× 500 | Tenom | Patian | Padas |
| | 小計 | 2500 | | | |
| 合計 | | 7965 | | | |

## 5. 電 力 料 金

ＳＥＢの電力料金は全州均一で、そのレートは６区分に分かれており、それぞれで消費量毎に料金が設定されている。1987年のＳＥＢの年報によると電力料金は次の通りである。

表 Ⅲ. 9 電力料金表

（出典：資料－15）

| 分 類 | 月使用量 | 料 金（円は約） | 備 考 |
|---|---|---|---|
| 家庭用 | 0～ 40 kwh | M$ 0.24/kwh( ¥13) | |
| | 41～200 kwh | M$ 0.16/kwh( ¥ 9) | |
| | 201～ kwh | M$ 0.28/kwh( ¥15) | |
| 最低料金 | | M$ 5.00 (¥270) | |
| 商業１用 | 0～1000 kwh | M$ 0.32/kwh( ¥17) | |
| | 1001～ kwh | M$ 0.27/kwh( ¥15) | |
| 最低料金 | | M$ 15.00 (¥800) | |
| 商業２用 | | | 契約最大電力は |
| 基本料金 | | M$ 15.00/kw (¥800) | ５００ｋｗ以上 |
| | | M$ 0.25/kwh( ¥14) | |
| 最低料金 | | M$1000.00 (¥54000) | |
| 工業１用 | 0～2000 kwh | M$ 0.32/kwh( ¥17) | |
| | 2001～ kwh | M$ 0.26/kwh( ¥14) | |
| 最低料金 | | M$ 15.00 (¥800) | |
| 工業２用 | | | 契約最大電力は |
| 基本料金 | | M$ 15.00/kw (¥800) | ５００ｋｗ以上 |
| | | M$ 0.23/kwh( ¥12) | |
| 最低料金 | | M$1000.00 (¥54000) | |
| 公共用 | | M$ 0.30/kwh( ¥16) | |

※メーターレンタル料 単相用 M＄ 0.50 (¥27)

3相用 M＄ 1.00 (¥54)

# 第Ⅳ章　リワグ川上流域の概要

# 第Ⅳ章　リワグ川上流域の概要

## 1．気　　候

サバ州の気候は熱帯地帯に属し、高温多湿である。モンスーンは10月～３月にかけては北東から、５月～８月は南西から訪れるが、一部の海岸地帯を除くと一般に降雨量の季節的変化は明瞭でない。年降雨量は内陸山間部では1,500～2,000mmであるが、海岸部、山岳部では3,000mm以上、多い所では4,000mmにも達する。

気温も年間を通じて変化は少ないが日較差は大きい。海岸部で早朝22℃、日中32℃、山岳部で早朝12℃、日中22℃程度で、場所と天候による気温の相違が大きい。

## 2．地 形 概 要

サバ州の地形区分はクロッカー山脈（Crocker Range）を境として大きく異なっている。クロッカー山脈は標高900～1,500mを有し、南シナ海に面した西海岸に沿って北東～南西に延びている。この山脈の北部にはボルネオ島最高峰のキナバル山（標高4,101m）があり、著しく急峻な山地を形成している。

クロッカー山脈の東側は、中央部が標高200～1,000m程度の高地（中央高地）で広範囲に占められている。サバ州の大きな河川、スグト川（S. Sugut）、ラブク川（S. Labuk）、キナバタンガン川（S. Kinabatangan）等は、いずれもクロッカー山脈に水源を発し、この高地を縫って東側のスル海（Laut Sulu）に流入し、これらの河川の河口には低湿地（東部低地）広がっている。

クロッカー山脈の西側は南シナ海に面し、山脈に沿って幅10km程度の沖積平地が帯状に形成されている。

クロッカー山脈を境として東側のスル海に流れ込む川の流れはゆったりしているが、一方、クロッカー山脈の西側斜面に沿って南支那海に流れる河川は急流である。東海岸で最も長い川はキナバタンガン川であり、西海岸ではパタス川（S. Padas）である。

リワグ川（S. Liwagu）はラナウ郡とツアラン郡（Tuaran）の境界にあるクロッカー山脈のキナバル山の南東へ南斜面を源流とし、東方のスル海に注ぐ河川であり、下流ではラブク川（S. Labuk）となる。

以前の山岳地域には原始林が多かったが、一部は農耕のために切り開かれ、近年は流域での伐採が進み、二次的森林に置き変わっている。リワグ川上流もこのような地域に属し、原始林は殆ど見ることが出来ず、コタキナバル（Kota Kinabalu）からサンダカン（Sandakan）に通じるクロッカー山脈横断道路（Croker Range Crossing Road）の、クンダサン（Kundassang）～ラナウ（Ranau）間では農耕地、山頂付近まで点在する住居、二次的森林が広く見られる。

## 3．地 質 概 要

サバ州の大部分は第三紀の始新世～漸新世初期までは、地向斜として主要な堆積盆地となっていた。西サバ州では、このような時代の下部始新世に暗色の泥岩を主としシルト岩と砂岩を伴うトルスマディー層群（Trusmadi Formation）が堆積した。

また、同時代から下部中新世にかけては、かなり広い範囲に亘ってクロッカー層群（Krocker Formation）が堆積した。この層群は泥岩と頁岩を含む砂岩とシルト岩から構成されており、その層厚は少なくとも6,000mはあると言われている。

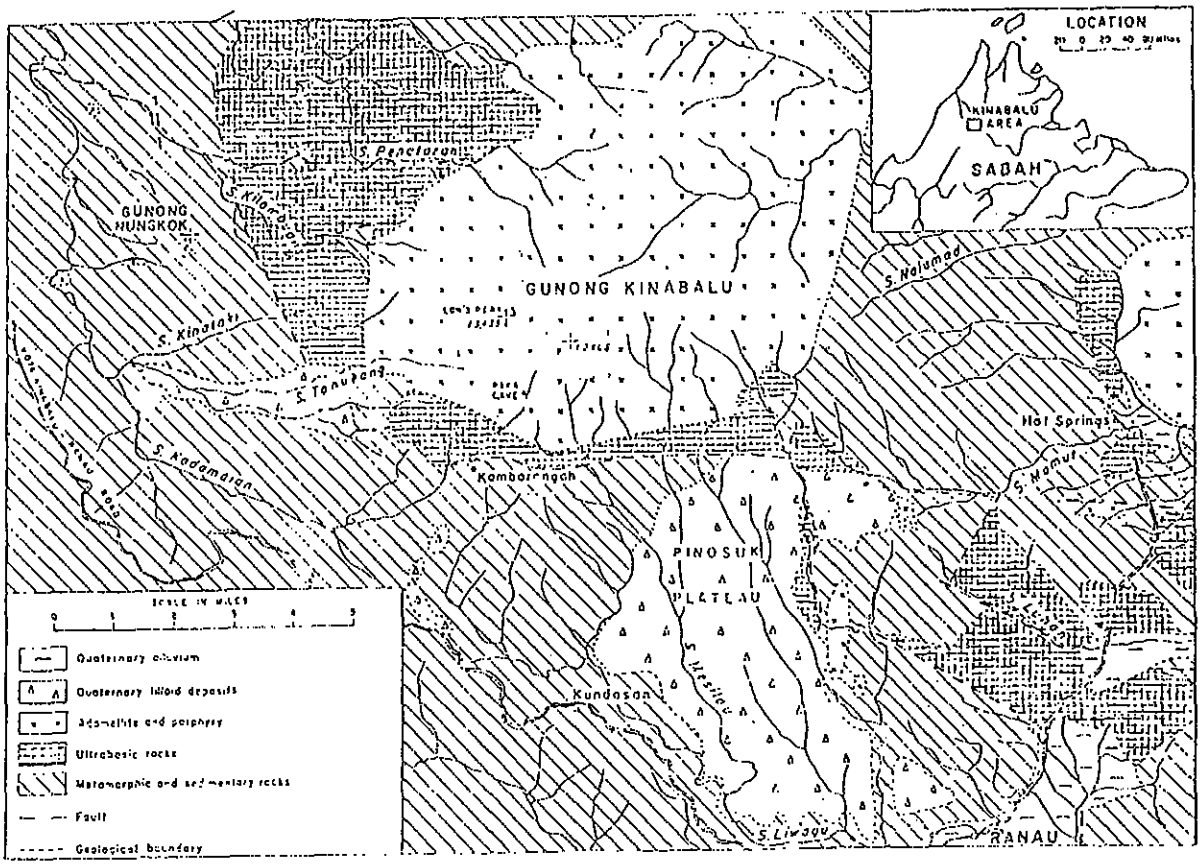
その後、中部中新世頃に造山運動が起こり、クロッカー山脈の北部にあるキナバル山地区に花崗岩類が進入した。

以降サバ州各地には、中新世～鮮新世の砂岩を主とする浅海性の地層が堆積し、その後の撓曲と上昇運動に伴って、鮮新世から洪積世にかけては急速な浸食と準平原化が行われた。

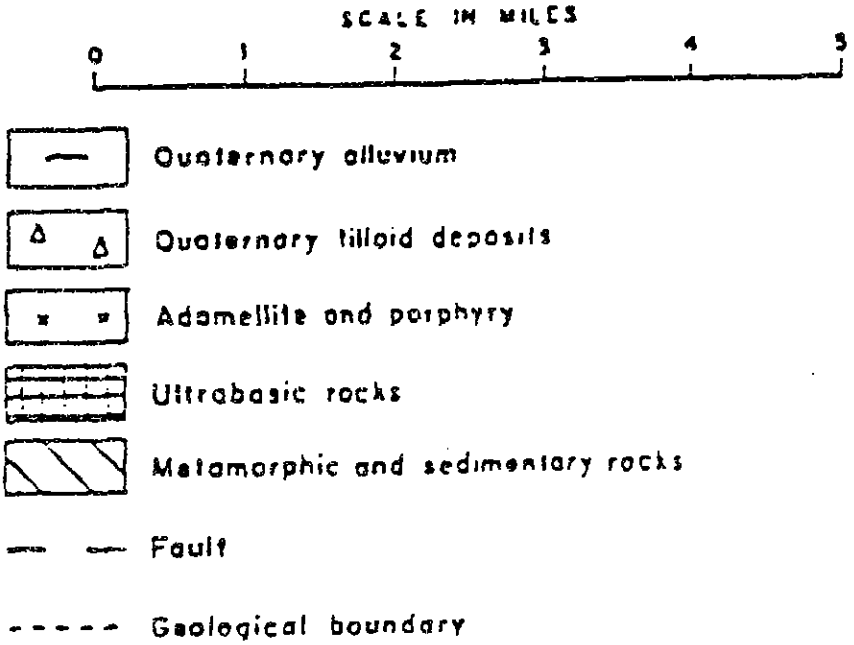
キナバル山やラナウを含む広域の地質は、図－Ⅳ．１に示しているが、キナバル山はAdamerite（花崗岩的な岩石）で構成され、その東方には時代未詳の変成岩や堆積岩（図Ⅳ．１凡例のMetamorphic Rock）が分布し、更に東方では塩基性岩が分布している。

キナバル山南方の超塩基性岩以上南からリワグ川沿の広い範囲に亘っては、トルスマディ層群とクロッカー層群（図Ⅳ．１凡例のSedimentary Rocks）が分布し、一部ではこれらを覆って第四紀の堆積層が分布するが、特にラナウとクンダサン間のリワグ川以北のものが顕著である。

（参考：資料26，28）




図－IV. 1　キナバル山地域の地質



(1) トルスマディ層群

本層は古第三紀の前～中期始新世に形成された泥質優勢の地層であり、暗色の頁岩、粘板岩、稀に火山岩を含む砂岩で構成されている。リズミカルに成層した頁岩の乱泥流とシルト岩が一般的であり、分級の良い成層、葉理、小規模な偽層、波紋のような初生的な堆積構造が残っている。地層の厚さは構造が複雑で、しかも鍵層が無いため知られていない。また時代を特定できない海洋性の微化石が所々に含まれている。

(2) クロッカー層群

成層した砂岩、シルト岩、成層した灰色頁岩で構成され、リズミカルに成層した乱泥流様のものと、塊状の砂岩層、初生的なスランプのゾーンを含んでいる。また初生的な堆積構造を残しているのが一般的であり、分級の良い層理、葉理、小規模な偽層、堆積時の層内正断層、波紋を含んでおり、層群の厚さは少なくとも6,000mと言われているが、正確な所は知られていない。また時代を特定できない海洋性の微化石を含んでいる。

両層群には複雑な褶曲が発達し褶曲軸には逆断層が見られる。

また、この地域にはキナバル山山腹に形成された第四紀堆積層がある。これらの堆積層は主に洪積世のピノスク礫層（Pinosk Gravels）と現世の沖積層、崩積層である。

(3) ピノスク礫層（図IV. 1凡例のQuaternary tilloid deposits）

ピノスク礫層はキナバル山の南に広がるピノスク高原付近に堆積した固結度の低い堆積物である。堆積物はピノスク高原で140m以上の厚さをもち、2つの層に分けられる。低位のものは、分級が悪く30cm以上の巨礫を含んだ未固結のもので、堆積岩、超塩基性岩起源の角礫～亜角礫で構成され岩塊流による堆積物と考えられている。上位のものは部分的に固結しているが、分級の悪い角礫～円礫で山地から供給されたものであり、氷河掻痕を持ったアダメライト巨礫の他、多くの岩種を含み、泥流堆積物と考えられている。このような堆積物の形成時期は氷河期周辺の環境を示している。

(4) 沖 積 段 丘

沖積段丘はキナバル山周辺の谷にみられ、砂礫からなる。

## 4. 地　　震

本調査においては地震に関する資料を直接入手することはできなかったが、SEBの要請によりイギリスのコンサルタント（WLPU）が実施した、リワグ川下流ダムの報告書“Hydro－Power Study of the Liwagu River Basin（Phase 2 Volume 3）”に震央とマグニチュード分布が示されている。これによれば、サバ州では東海岸付近にやや多いが、中央から西海岸にかけては極めて少なく、全体としてはフィリピンとセレベス島を結ぶ、サバ州東のスル海東部とセレベス海東部に集中している。

地震現象の説明には、プレートテクトニクスによるプレートの移動によるとの考えが多くの支持を得ている。即ち、高温のマントル物質が海嶺地域で上昇・冷却することによってプレートが造られ、水平方向に拡大して行き、島弧・海溝付近で再びマントル内に吸収されるが、地震はこのようなプレートの境界付近で発生すると言うものである。

太平洋周辺の深発地震面の傾斜方向を示したのが図－Ⅳ．２であり、これらはプレートの境界と移動方向にほぼ一致している。

プレートテクトニクスに従ったフィリピン・マレイシア－インドネシア付近の地質構造単元は図－Ⅳ．３のように考えられているが、アジア大陸と、これに対し相対的に西北西移動する太平洋、西から北西方向に沈み込むフィリピンプレート、北に運動しているオーストラリアプレート等が交差する地域に相当しているため、形状や性格が変わり易い多数の小プレートが存在し、海溝や島弧が移動したり、形を変えたり、沈み込みの方向を反転したり、互いに衝突したり、死滅したりする歴史を辿っている。この地域全体としてはプレートの消滅で特徴づけられるが、所によっては小さい海洋盆が拡大している所もあり、プレートの消滅過程は世界のどこよりも複雑であると言われている。

図－Ⅳ．３において、ボルネオ北方の北西ボルネオ－Palawan海溝は第三紀中新世末期頃に活動を止め、サバ東部からミンダナオ島に延びるSulu群島は休火山島弧であり、北西側には沈み込み海溝のSULU海溝を持っているが非活動的である。

Celebes海東部のSangihe　Helmahera弧は中部と南部に活火山をもち、活動的であるが、北部では衝突が完了していると言われている。しかし、このような火山弧とは別に、Mindanao島の中・南部の西側には東傾斜の沈み込みを伴う海溝があり、新しい沈み込みゾーンが開口しつつあるといわれ、1976年にはこれに沿ってマグニチュード8.0のMoro湾地震が起こっている。Celebes海南部の北Sulawesi海溝は西端がSulawesi島を貫通する非常に活動的な断層の所で終わっているが、沈み込みは西部で激しく、東部のSangihe弧で０となる。

以上のような海溝分布と断層の活動性等からも解るように、ボルネオ島北部とその北方では断層が非活動的であり、西方とボルネオ島中・南部にはインドシナ半島から続く、白亜紀の沈み込みメランジや花崗岩が分布し、活動は全く知られていない。従って、地震活動はボルネオ島東のCelebes海東方と北Sulawesi海溝とSulawesi島を貫通する断層付近に多く、前記の震央とマグニチュード分布はプレートテクトニクスの考え方と一致している。

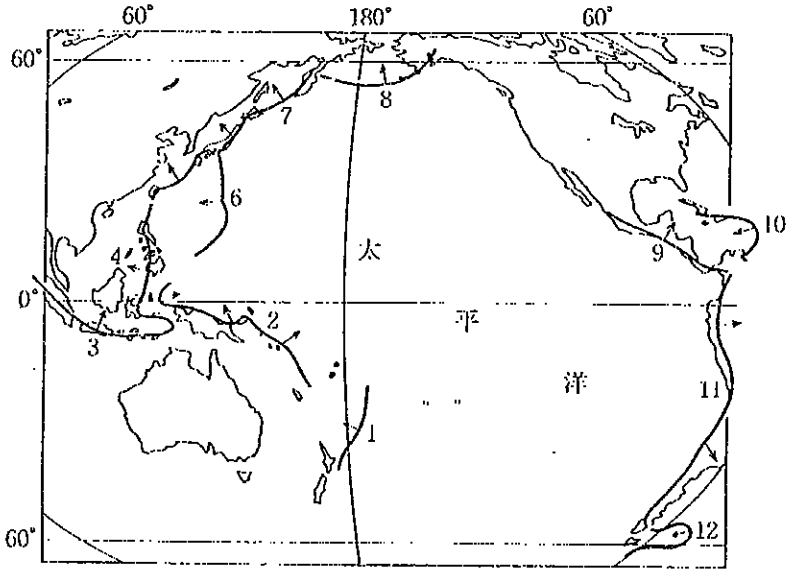
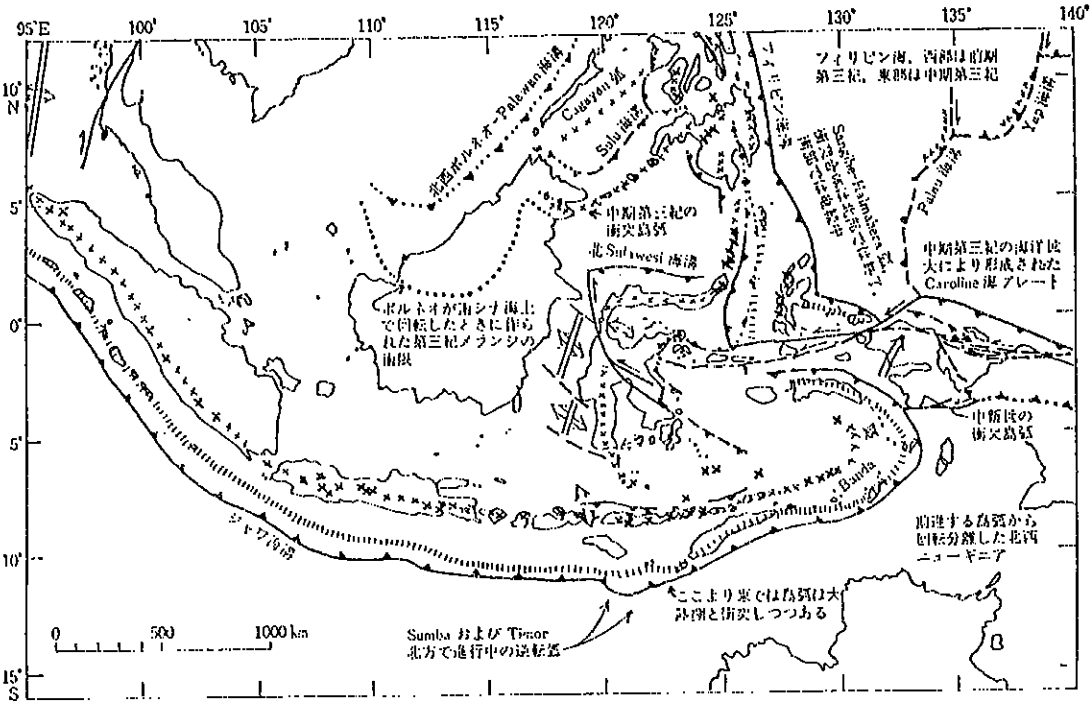



図　Ⅳ．２　環太平洋の島弧と深発地震面の傾斜（資料48より）

島弧名　２：メラネシア　３：インドネシア　４：フィリピン－台湾




図－IV．3　ボルネオ島周辺の地質単元（資料48より）

## 5．水 文 資 料

### (1) 雨　　量

雨量観測所はサバ州で106ケ所で687ku²当たり１カ所の割合で分布しており、DID（Drainnage & Irrigation Department）の管理下にある。雨量観測所の内自記式は26ケ所で約26%である。月雨量のデータは1960年からあり、サバのＤＩＤから出版されている。

ラナウ地区の平均年間雨量は約2,200mmで周辺の観測所と比べやや少ない。本計画に関係する観測所は表－IV．１に、また図－IV．４に観測所の位置を示す。

表－IV．１　雨量観測所一覧表　1989　（出典：資料－25）

| 観測所名 | 標高 (m) | 緯度 ° ′ N | 経度 ° ′ E | 観測期間 | 年平均雨量 mm |
|---|---|---|---|---|---|
| Kuabatangan | 2,146 | 6 52 | 116 33 | 1957 - 88 | 4,258 |
| Kinabalu S.Pk | 1,672 | 6 57 | 116 32 | 1971 - 87 | 7,496 |
| Kundasang | 1,372 | 6 53 | 116 40 | 1961 - 85 | 2,153 |
| Bundu Tuhan | 1,123 | 5 55 | 116 32 | 1948 - 80 | 2,146 |
| Ranau Ax | 548 | 5 56 | 116 33 | 1954 - 86 | 2,174 |
| Ranau JPI | 549 | 5 58 | 116 47 | 1980 - 87 | 2,175 |
| Kirokot | 100 | 5 56 | 116 28 | 1953 - 80 | 2,357 |
| Tampias | 273 | 5 42 | 116 51 | 1978 - 87 | 2,206 |
| Inobolot | 197 | 5 47 | 117 02 | 1964 - 87 | 3,127 |
| Telupid | 61 | 5 38 | 117 07 | 1953 - 87 | 3,105 |
| Kiabau | 26 | 5 42 | 117 12 | 1953 - 82 | 3,357 |
| Perong | 17 | 5 51 | 117 13 | 1982 - 87 | 3,577 |
| Penimbawan | 15 | 5 51 | 117 22 | 1953 - 76 | 3,552 |
| Trusan Sapi | 15 | 5 54 | 117 22 | 1977 - 85 | 3,232 |
| Batai | 15 | 6 03 | 117 15 | 1964 - 88 | 3,445 |
| Pamol | 8 | 5 55 | 117 24 | 1981 - 89 | 3,472 |
| Mamut Mine | 1,520 | 6 02 | 116 53 | 1969 - 88 | 3,132 |
| Lonan Dam | 350 | 6 01 | 116 43 | 1977 - 89 | 1,226 |
| Beliran | 5 | 5 53 | 117 33 | 1925 - 57 | 3,444 |
| Sandakan | 12 | 5 54 | 118 04 | 1875 - 75 | 3,112 |

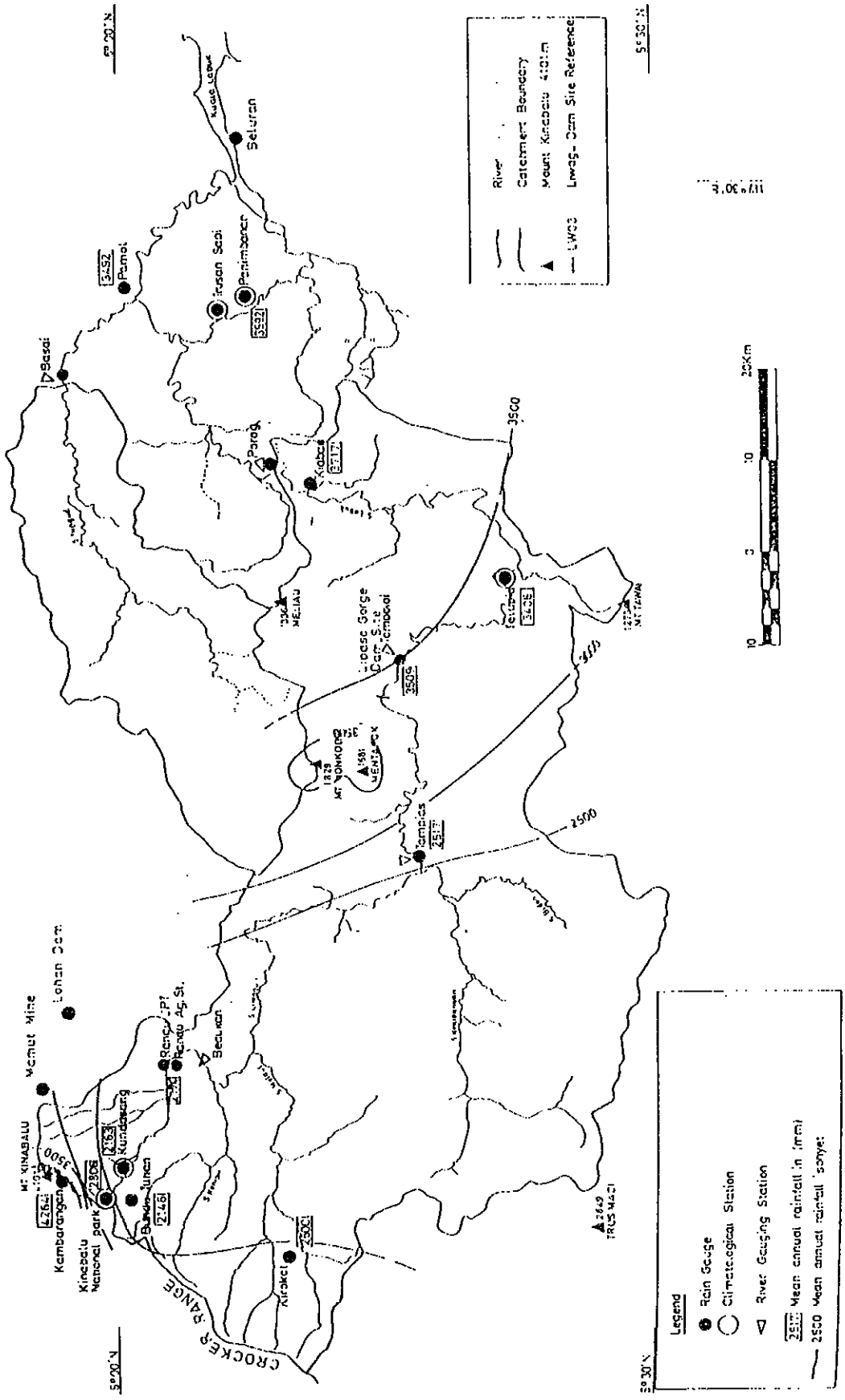



図 IV. 4　雨量・流量観測所位置図

(2) 流　　量

流量観測所はサバ州に42カ所ありＤＩＤの管理下にある。雨量観測所と同様、河川下流域の沿岸部に偏っており、内陸部は少ない状態にある。観測は1963年から実施されているが欠測がかなりある。

リワグ川と同川下流の本川となるラブク川にある観測所は表－Ⅳ．２に示す通りであり、各観測所の平均、最大、最小の流量を表－Ⅳ．３に示している。

表－Ⅳ．２　関連する流量観測所（出典：資料－25）

| 観測所 | 集水面積（k㎡） | 河川名 | 観測期間 | 位　　置 |
|---|---|---|---|---|
| Bedukan | 440 | Liwagu | 1969-1980 | Ranau下流約９ｋｍ |
| Tanpias | 2070 | Liwagu | 1977-1987 | Ranau下流約５０ｋｍ |
| Tomboloi | 2460 | Liwagu | 1963 1977 | |
| Porong | 3240 | Labuk | 1963-1988 | |
| Basai | 700 | Tungud | 1963-1968 | |

観測データは収集してからクアラルンプールのＤＩＤのデータバンクに整理されるまで相当時間がかかっている。

ＪＩＣＡレポート（National Water Resorces Study,Malaysia Vol.2 Oct. 1982）では観測所の中からキーステーションを選定し、これから各流域の流量を推算している。リワグ川流域についてはポロング（Porong）観測所をキーステーションとして流況が求められている。（表　Ⅳ．４参照）

なお、開発計画地域付近には出来るだけ早く流量観測所を設置し、流量観測を始める必要がある。

## 表－Ⅳ．3　リワグ川とラブク川の観測所（出典：資料－25）

| | Bodukan | | | Tamplas | | | Tonboloi | | | Porong | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 |
| Jan | 9.1 | 13.3 | 2.2 | 168.7 | 482.7 | 34.7 | 161.4 | 405.6 | 43.1 | 225.7 | 663.0 | 57.6 |
| Feb | 13.6 | 39.2 | 0.9 | 108.2 | 251.6 | 24.8 | 162.5 | 561.3 | 15.2 | 220.7 | 645.8 | 23.6 |
| Mar | 5.5 | 12.8 | 1.6 | 71.8 | 134.9 | 12.1 | 111.3 | 227.8 | 10.5 | 128.3 | 283.3 | 15.4 |
| Apr | 3.8 | 6.3 | 1.7 | 51.9 | 92.1 | 6.6 | 68.8 | 121.1 | 32.6 | 98.7 | 281.3 | 8.0 |
| May | 5.1 | 8.7 | 2.8 | 89.7 | 200.8 | 10.4 | 115.6 | 201.0 | 56.0 | 153.4 | 300.7 | 12.0 |
| Jun | 6.2 | 10.5 | 2.4 | 86.2 | 155.6 | 35.1 | 111.2 | 189.9 | 48.4 | 176.8 | 353.0 | 66.9 |
| Jul | 5.1 | 7.6 | 1.4 | 73.1 | 140.6 | 34.7 | 184.5 | 170.3 | 30.2 | 149.9 | 252.8 | 58.8 |
| Aug | 6.3 | 10.2 | 3.1 | 85.7 | 203.7 | 35.4 | 99.5 | 172.6 | 48.0 | 153.1 | 357.5 | 61.5 |
| Sep | 6.0 | 11.9 | 2.8 | 69.5 | 121.3 | 32.2 | 121.8 | 279.9 | 51.0 | 158.8 | 365.6 | 66.7 |
| Oct | 9.0 | 12.0 | 4.1 | 94.4 | 126.4 | 63.2 | 126.9 | 170.7 | 80.9 | 172.8 | 250.0 | 101.5 |
| Nov | 9.4 | 13.6 | 3.1 | 94.7 | 168.5 | 53.2 | 130.3 | 192.3 | 56.3 | 176.9 | 285.2 | 90.9 |
| Dec | 8.4 | 15.0 | 6.2 | 116.9 | 218.1 | 42.9 | 125.2 | 224.3 | 74.5 | 189.7 | 409.7 | 83.1 |

## 表－Ⅳ．4　ポロング観測所の状況（出典：資料－47）

Year　:1964-1977
Total　:4,552 days
Max.　:2,639.4m³/s
Min.　:10.8m³/s
Ave.　:167.9m³/s
Coefficient of River Regime　:244.4

| 流況 (%) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流量 (m³/s) | 398.9 | 307.2 | 261.4 | 228.1 | 201.9 | 184.4 | 169.0 | 156.3 |

| 流況 (%) | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流量 (m³/s) | 144.0 | 133.8 | 122.8 | 112.9 | 103.2 | 92.6 | 80.8 | 69.8 |

| 流況 (%) | 85 | 90 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流量 (m³/s) | 59.6 | 50.3 | 38.5 | 35.8 | 32.4 | 25.6 | 17.5 |

(3) 堆　　砂

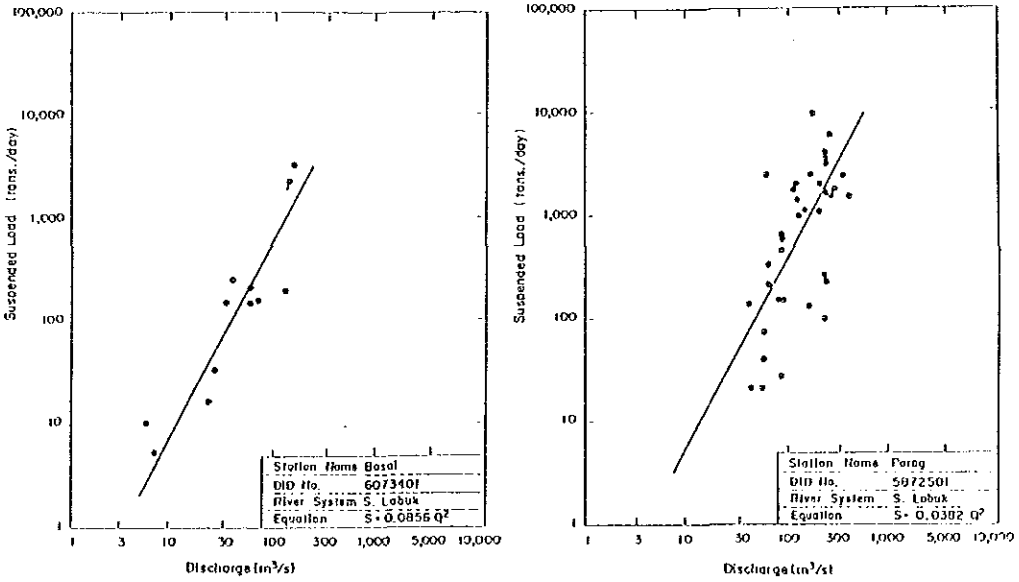
堆砂の観測はサバ州の20観測所でＤＩＤが行っている。その中から浮遊土砂の記録がある観測所とそのデータを表－Ⅳ．５に示し、浮遊土砂と流量の相関関係を図－Ⅳ．１に示しているが、掃流土砂についての記録は無い。

浮遊土砂の増加割合は流量の増加に対して対数スケールで増加している。観測例は少ないが、単位密度を１ton／m³とし、堆砂全量を浮遊土砂量の120％と仮定するとラブク川の浮遊土砂量は大略80～140m³／ｋm²／年となる。

参考までに資料－25によるとTampias とPorongの堆砂記録の結果から、それぞれの堆砂量は230～400ton／km²／年を推定している。

表－Ⅳ．５　観測所の一覧表（出典：資料47）

| 観測所名 | 集水面積 (km²) | 年浮遊土砂量 (10⁶m³/年) | 年堆積土砂量 (10⁶m³/年) |
|---|---|---|---|
| Tenom Lana | 7,718 | 873 | 1,048 |
| Kemabong | 3,180 | 218 | 262 |
| Tangkular | 5,730 | 1,103 | 1,324 |
| Porong | 3,240 | 374 | 449 |
| Bridge No.2 | 243 | 6 | 7.2 |
| Penampang | 200 | 22 | 26.4 |
| Kagopon | 536 | 32 | 50.4 |
| Basai | 700 | 46 | 55.2 |
| Biah | 1,684 | 89 | 107 |
| Melangang | 564 | 74 | 88.8 |




図Ⅳ．５　浮遊土砂と流量の関係

# 第Ⅴ章　現地調査の概要

# 第Ⅴ章　現地調査の概要

## 1．ディーゼル発電所

現在稼働しているラナウディーゼル発電所には、200kW発電機２台、315kW発電機３台、300kW発電機１台の計６台があり、合計出力は1.6MWとなっている。

また、クンダサン発電所にも315kW２台、205kW２台があり、１MWの出力となっている。

ラナウ発電所での負荷のピークは夕方920kW、日中は600kW、1987年の負荷率は48%で、年間発生電力量は3.87GWhである。また年間消費燃料は1,825kℓで、燃料消費率は2.12kW／ℓである。クンダサン発電所の負荷のピークは夕方320KW 、日中は260kW、負荷率は45%、年間発生電力量は1.08GWhであり、ホテルペルカサ（Perkasa）の消費が最大で全体の約50%である。

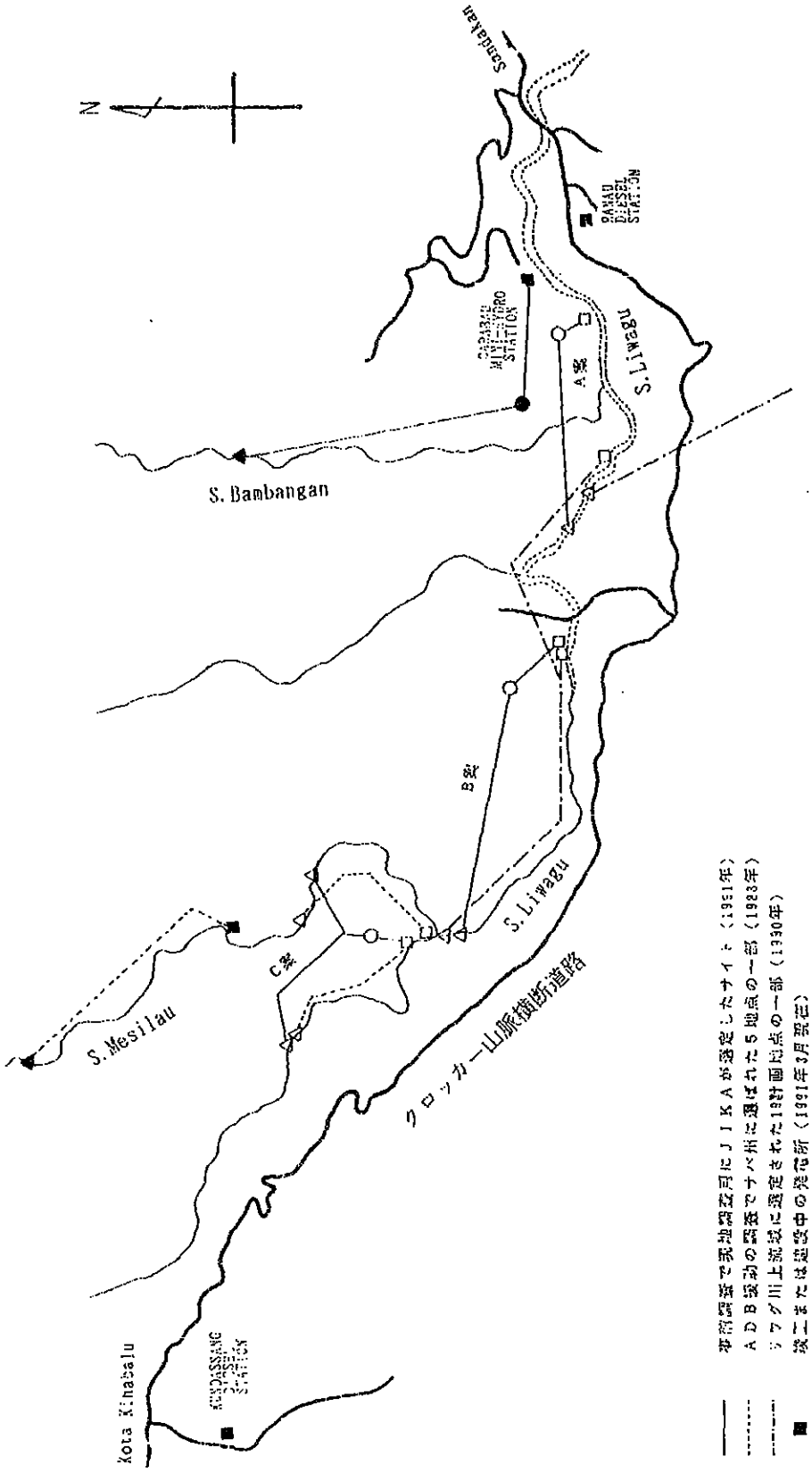
1987年の年間燃料消費量は400kℓで燃料消費率は2.68kWh／ℓである。

## 2．カラバウ小水力発電所

発電所にはイギリス製の１MW発電機が２台あるが、竣工直後であるにも拘らず、水車軸破損のため稼働していなかった。発電機以外の設備についても、ヘッドタンクには漏水や土砂沈殿が、導水路のパイプラインは地上を這っているために法面からの土砂崩落と支持盤の不等沈下が、取水堰には構造不備による土砂の流入が見られ、一方、12～１月は同じBambangan川から取水しているマムート銅鉱山の利水のために、発電用水が全量規制されて運転不可能になるなど問題点が多いようである。

## 3．計画案の現地踏査

本案件の調査は、リワグ川上流域に計画された19地点を参考にして行うが、19計画地点は標高で示されているだけで、不明確な部分が多かったため、事前調査の際には別途リワグ川沿いにＡ案からＣ案の３カ所の水力開発地点を想定し、Ａ案の発電所と取水堰付近およびＢ案の発電所地点の３カ所の踏査を行った。現地は農耕地と点在する家屋、二次的森林が主である。　　（参照：図－Ⅴ．１）




図－V．1　ラナウ・クンダサン地域の発電所と発電計画地点

(1) A案発電所地点

本地点はカラバウ発電所の上流約200mにある上水用の取水堰の直上流に位置し、付近にはまばらな木立が見られるが、発電所建設についての立地条件は十分備えている。

地点までのアクセスは、マムート銅鉱山社宅のある途中までは２車線の舗装された道路であるが、これより分岐してカラバウ発電所にいたる道路は未舗装１車線の凸凹道である。これを利用しカラバウ発電所から川沿いに道路を建設することが可能である。

(2) B案発電所地点

現況は予定地付近に立木が見られるが、山麓にはかなり広い平地があり、当該地に比較的大きい建物が建築されている。発電所建設の立地条件としては、十分であると考えられる。

現地へのアクセスもクロッカー山脈横断道路から約500mリワグ川へ下ることとなるが、この間急勾配で未舗装ではあるが、２車線程度の広い道路が通っており、資材運搬にはこの道路が利用可能である。

なおB案の取水堰付近には時間的な余裕がなく行けなかったが、建設中のメシラウ発電所までは、道路があるものと考えられるので、途中から下流側に分岐すれば、地点までのアクセスは可能と考えられる。

(3) A案取水堰地点

B案発電所地点に通じる道路は、リワグ川を渡ってから間もなく登り坂となるが、約500mで下流向きの支道にはいる。この路はかなり凹凸の激しい１車線であり約１kmで行き止まりとなる。ここから200～300mの徒歩で予定地点に達する。この間は放牧場となっていて、やや湿地性である。

現地には左右岸とも1.5m程度の高さの段丘が発達し、この下に川幅約20mのリワグ川が流れている。調査時は渇水期であったが２～３m³／secの水量が目測された。

地形的には放牧場が２段の段丘になっていると見られ、２～３m のモンゾナイトの巨石が散点し、全体的には砂礫層で構成されているものと考えられる。

これらの砂礫はリワグ川によって供給されたものも含まれているであろうが、巨石は一段と高い位置にあり、北方に広がる支沢が全体として扇状地性の地形を示しピノスク高原と呼ばれ、そこには氷河期周辺の時期に堆積したピノスク層が分布しているので、沢の上流から供給された本層と狭い範囲の段丘礫層が直接接しているものと考えるのが自然である。

堰地点は、地形的には有利な条件を備えているが、地質的には砂礫層と考えられるため、堰を岩着させるかどうかが問題になると思われる。特に左岸は北方へ砂礫層が連続し、しかも基盤岩までの深度が深いように思われるので、弾性波探査と２～３本程度のボーリングによる地質調査、基盤岩より上部の堆積層の透水性確認が必要になると考えられる。

導水路がトンネルとなる場合、マレイシアでのトンネルの実績が少ないので、一般的にはルートに沿う弾性波探査が必要と思われるが、小断面のトンネルであり、現地の地表地質踏査で良好な岩盤の分布が確認されれば、そのような調査が必要かどうか判断できるように思われる。

A案の場合リワグ川からの取水に加え支川のBambangan川の下流でカラバウ発電所取水堰から

の残流水を渓流取水として取り込める利点がある。

現地へのアクセスは前述の支道を利用するよりも、リワグ川沿いの低地に別途約1kmの道路を建設するのが便利と思われる。

(4) 既設送電線への連絡

ラナウ、クンダサン地区は連携した送電網を形成し現在ディーゼル発電所からの電力は共用されている。計画したA案の場合、カラバウ小水力発電所至近の位置となるため、現在の送電系に乗せるまでの距離は極めて短くなる。

またB案の場合、クロッカー山脈横断道路沿いのラナウ～クンダサン間には送電線が架設されているので、前記のリワグ川に下る道路付近で、この送電網に接続すれば数百mの送電線の設置で済むようである。

# 第VI章　本格調査の概要

# 第VI章　本格調査の概要

## 1. 調 査 の 目 的

本調査はマレイシア、サバ州リワグ川上流域を対象地域とした、ラナウ地区及びクンダサン地区の電力需要の増加に対応するための小水力発電開発計画に対し、現地調査及び国内作業を実施し、技術的、経済的及び財務的に最適な開発計画を策定して、フィージビリティ調査報告書を作成すること及び本調査を通してマレイシア側カウンターパートに対し技術移転を図ることを目的とする。

## 2. 調 査 内 容

本調査は、IDENTIFICATION STAGE, FIELD INVESTIGATION STAGE及びPRELIMINARY DESIGN STAGEの三段階に分けて実施し、その具体的調査項目は下記のとおりである。

(1) IDENTIFICATION STAGE

① データ収集

既存の調査報告書及び本調査に関係する全ての既存データ・情報の収集並びにレビュー

② 現地踏査

a) プロジィクトサイトの地形及び地質等に関する地表踏査

b) 予備的水文調査

c) 環境影響、水没移転及び補償に関する予備的調査

d) プロジェクトサイトから既存の電力設備までの変電所及び送電線ルートについての調査

e) アクセス道路及び輸送計画についての調査

③ 電力調査

a) 既設及び計画中の発電及び送電設備（その運転状況を含む。）のレビューと解析

b) 電力需要の増加及び需要パターン特性のレビューと解析

c) 2015年までの電力需要及びピーク負荷のレビューと解析

④ サイト選定調査

a) リワグ川上流域の河川一貫開発を考慮した代替計画の策定

b) 技術的、経済的及び環境的観点からサイトの選定

c) 選定計画の予備的なレイアウト

⑤ 仕様書の作成

選定計画に係る現地調査の技術仕様書の作成

(2) FIELD INVETIGAION STAGE

① 地形測量

a) 既存の航空写真に基づく航測図化（基準点の測量を含む。）

b) 選定サイトの地形測量及び地形図作成

② 地質調査

a) 主要構造物の建設地点でのボーリング調査及び透水試験

b) 主要構造物の建設地点での弾性波探査

c) 現地あるいは実験室での工事用材料（例えばコンクリート骨材）の試験

d) 地質図の作成

③ 水文調査

a) 降雨量、河川流量及び流砂量の観測

b) 河川流出に係る水文気象調査及び解析並びに堆砂量の推定

④ 環境影響調査

a) 環境影響評価

b) 移転及び補償問題調査

c) 環境への影響低減、移転及び補償に要する費用積算

(3) PRELIMINARY DESIGN STAGE

① 最適計画の選定

a) 代替開発計画の立案

b) 代替案の比較検討及び最適計画の選定

② 予備設計

発電所、開閉所、送電線及び変電所の予備設計（仮設備を含む。）

③ 事業費積算

a) 内・外貨別事業費積算

b) 年度別資金計画の策定

④ 施行計画

バーチャートによる工程表の作成

⑤ 経済及び財務分析

a) 建設費及び運転維持費の分析、代替電源の想定、経済的内部収益率及び感度分析の計算

b) 財務費用の分析、資金運用計画の策定、財務的内部収益率及び感度分析の計算

# 第Ⅶ章　本格調査にあたって留意事項

# 第Ⅶ章　本格調査にあたって留意事項

## 1．現地へのアクセス

首都クアラルンプールからサバ州の州都コタキナバルまでは、マレイシア航空の国内定期便が毎日4往復し、所要時間は2時間30分である。また、東京からはキャセイ航空が週2便、マレイシア航空が週1便、香港経由で直行便を運行している。

コタキナバルからラナウまでは東海岸のサンダカンに通じる道路の一部、クロッカー山脈横断道路（Crocker Range Crossing Road）を利用することとなる。距離は約120Km あり、所要時間は約2時間30分である。この間の道路は2車線でほぼ100%舗装されており、東南アジア最高峰と言われるキナバル山（標高4,101m）近くのクロッカー山脈は普通車でも通行可能であるが、支道に入るとかなり凹凸の激しい悪路になっている。

## 2．技術関連事項

### (1) 水文資料

雨量観測所は周辺に4カ所あり、ＤＩＤ所属のものと考えられる。しかしＤＩＤの各種資料は整理がかなり遅いようで、近年のものを求めることはかなり難しい様子なので、近くにあるマムート鉱山の資料を参考にする方法も一案である。

流量観測所はラナウ下流9KmのBedukan観測所が最も近いが、1982年にＪＩＣＡが実施した資料整理（National Water Study,Malaysia）では、かなり下流のPorong観測所のものを使用してリワグ川の流況を求めている。今回はＳＥＢが出来るだけ速やかに、ラナウ近辺に新たに観測所を建設し、観測を実施することとなっているので、これを使用することとなる。

### (2) 発電計画

リワグ川上流域を対象とした開発計画は、19地点約175MWが図上で計画されており、その内リワグ川本川では7地点約44MWが選定されている。

リワグ川上流域の計画地点の標高は約500m以上であり、流域面積が比較的小さく、対象流域での平均河川勾配は約1／25と急勾配河川であるため、貯水池式発電計画の可能性は少ないと考えられる。また、流域の降雨量は比較的多いことから良好な流況が予測される。このようなことから開発計画は地形と流況を考慮した河川一貫開発計画として、小規模な流れ込み式発電所を段階的に開発することが考えられる。

本計画の発電所はディーゼル発電所の代替が主目的であり、代替として既に完成しているカラバウ発電所の建設費が邦貨にすると3億円で完成していることから、渇水期の安定出力を主体に考えて発電規模を小さくし工事費の低減を計る必要がある。

このためには水車、発電機、付属機器等の機械設備の検討、土木施設については新材料、新工法の採用や設計の工夫により、経済性を高めることを検討することが必要となる。

例えば、取水堰については、取水や堆砂の問題を解決するためゴム引き布製起伏堰を適用して、

完成後の保守・維持管理を容易にするとか、導水路についてはトンネル案と併せて、マレイシアで多くみられるような低圧のパイプラインについても、設置箇所の地形地質条件を考慮して、新材料の適用を検討するなどが考えられる。

(3) 地形図関係

等高線の入った地形図で使用できる最大縮尺のものは１／50,000であり、本調査に関係のある地形図はRANAU（６／116／15）とKINABALU（６／116／３）のみで、1986年にDirectorate of Natioal Mapping,Malaysiaから発行されたものである。

１／50,000の地形図の国外持ち出しについては厳しく管理されており、外交ルートを通じて在日マレイシア大使館で閲覧することは可能であるが、申請から入手までに２か月ほど要すること及び使用が限られること等から日本国内での使用は現実的ではない。

地形図は色刷りで緯度、経度15′間が１枚に納められており、１km毎のメッシュが切られているが標高はftが単位となっている。

本格調査では１／5,000程度の図面が必要であるが、改めて航空写真撮影を行うには費用と時間の問題が生じる。幸いにも1970年サバ州森林局によって、約３万分の１の航空写真が広範囲に撮影されており、ＳＥＢの企画部でもこの密着写真を所有していたが、飛行コースや撮影点を示す資料はなかった。日本の地形図作成は国土地理院の指導で、作成する地形図縮尺と航空写真縮尺との関係が１：５とされているが、現実には１：６前後まで作成されているので、ＳＥＢに現存する航空写真から、５千分の１の地形図を作成することが可能であると考えられる。ただし標定点や基準点、密着写真の歪みなどから、日本国内で作成されているような図面と比較し、精度が劣ることは避けられないようである。

(4) 地質図関係

ＳＥＢ所有の地質関係資料については、事前調査では十分調査ができなかったが、ニュージーランドのコンサルタントによるＳＥＢ所有の報告書には地質関係の報告書類が示されており、その他にも1950年頃から各種の地質図類が出版されていると言われているので、サバ州の地質調査所を利用すれば、本プロジェクトに関係する地域に付いても、参考資料は揃っていると考えられる。

(5) 環境調査

マレイシアでは、1974年に"ENVIRONMENTAL QUALITY ACT"（環境保全法）が制定され環境保全の観点から環境に影響を与える可能性のある種々の事業への規制がなされている。この環境保全法は1985年に改定されたが、これらに基づき、1987年に"A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidline"が技術指針として示された。

本件のような小規模な水力発電開発事業が自然環境及び社会環境に与える影響は比較的小さいことは予想されるが、本格調査における環境影響調査は、上記技術指針に基づき、かつ日本国内で実施されている同種調査を参考にして、ＳＥＢが実施するＥＩＡ（Environmental Impact Assessment）の予備的調査として位置付けられる。

一般的に環境影響評価では自然環境、社会環境に対する影響が評価の対象とされている。自然に対する影響としては動植物がまず挙げられる。本計画で考えられる動物への影響としては、棲息する魚類の遡上が取水堰で遮断されること、取水堰と放水口間の流況が変わることによる影響が考えられる。また、植物に関しては堆砂範囲および進入路等による伐採により植物が被害を受けることと、上記のような流況変化に伴なう水辺植物への影響等が考えられる。従って、魚類については影響を受ける魚類が棲息するのか、そして絶滅とか重大な影響が考えられるのかと言う点、植物ついては影響範囲が限られるため、そこに独特の植物が分布するのかという点の調査に重点が置かれよう。その他としては発電所建設や取水トンネルの坑門取り付け、パイプライン敷設等によって生じる法面の崩壊防止策や環境維持のための緑化対策等が考えられる。

社会環境に対する影響としては、計画実施時の騒音その他の公害が対象となるが、例えば計画実施時の施行法で問題となり易い火薬類の使用ついては、人口密度が小さいこととトンネルが小断面となるため、薬量との関係から発破音、振動等が問題になるとは殆ど考えられず、施工機械や資機材運搬に伴う公害についても、現況から問題になることは無いと考えられる。

次に補償物件については、計画規模の大小がかなり影響するが、現状で予想される計画は小規模なものであり、強いて挙げれば立木補償、進入路や発電所の土地取得程度で、水没家屋等家屋に対する補償は考え難い。

(6) カウンターパートその他

事前調査では、マレイシア政府から、各種作業過程での技術移転を効果的に推進するため、極力現地での共同作業を行なって欲しい、との要請があった。

ＳＥＢは技術移転のため共同作業に従事するカウンターパートとして、土木技術者、機械技術者、電気技術者を各１名と、他に技術員を１～２名を準備している。カウンターパートとの会話は英語となるが、英語は公用語ともなっているので堪能な人が多く、意志の疎通に不安はないと思われる。しかし技術力については、ＳＥＢの水力発電開発の経験が乏しいこともあり、過大な期待は出来ないように思われる。

マレイシアにおける水力発電の歴史は浅く、既往の開発計画は外国のコンサルタントが主動的な役割を果たしてきたことを考えると、調査の実施に当たっては、独自の技術に拘泥することなく、合理的な理論を展開することが、カウンターパートの基礎技術の向上に役立つものと考えられる。

また、現地調査では計算機器や道具を必要とするが、ＳＥＢの関係部所で所有している計算機は次のとおりである。

Hydro Department Prinitis (16Bit) IBM Compatible 2

Planning Department IBM AT (16Bit) 1

Epson PC AX3 (32Bit) IBM Compatible 2

なお、プリンターは計算機１台毎に15インチのものが１台付属している。しかしこれらの計算機はＳＥＢ自体も使用しており、確認は取れなかったが独占的に使用することは困難と考えられる。

## 3．生活環境関連事項

### (1) ホ テ ル

コタキナバルの宿泊費はクアラルンプールに比較してが高額であり、事前調査の精算書によれば以下のとおりであった。

コタキナバル（Hyatt Kinabalu International）　一泊　M＄ 185.50

クアラルンプール（Ming Court Hotel）　一泊　M＄ 135.00

資料－32によれば、サバホテル連盟に加入しているホテルは、コタキナバルに23ホテルあり、その中でも比較的大きい100室以上のホテルは5 ホテルである。クンダサンには国際観光ホテルが、ラナウには７室の小さいホテルがあり、その他に、規模は不明であるが現在建設中のホテルがある。

表－Ⅶ. 1　主要ホテル

| ホ テ ル 名 | 室 数 | 一 泊 料 金 |
|---|---|---|
| Hotel Capital | 102 | M$ 60-120 |
| Hyatt Kinabalu International | 315 | M$ 240-1250 |
| Palace Hotel | 160 | M$ 90-222 |
| Hotel Shangri- La | 126 | M$ 135-400 |
| Tanjung Aru Beach Hotel | 254 | M$ 310-1100 |
| Hotel Perkasa Mt.Kinabalu (RANAU) | 74 | M$ 100-200 |

### (2) 食　　事

コタキナバルではマレー料理の他中国料理の店も多く、その他数は少ないがインド、アラブ系料理、日本料理の店も見られる。ホテルの食事は一般に高額で、朝食でもバイキング形式でM$ 20 程度であり、一般の店では夕食の場合でもM$5 程度である。なお酒類は置いてない店が多い。

### (3) 通　　貨

マレイシアの通貨はマレイシアドル（M$）であり、一般の店ではM$の使用となるが、ホテルでは米ドル他各種カードでの支払も可能である。1991年３月時点でのUS＄との交換比率は１US＄=2.56M＄程度であった。

# 第Ⅷ章　質問表及びその回答

# 第VIII章　質問表及びその回答

## CONTENTS OF QUESTIONNAIRE


1. Government Organization ---------- 31
2. Planning Informations ---------- 32
3. Electric Power Situation ---------- 33
4. Economic Evaluation ---------- 34
5. Topographical Map ---------- 35
6. Geological Data ---------- 36
7. Hydrological and Meteorological Data ---------- 37
8. Cost Estimation Data ---------- 38
9. Other Requests ---------- 39

*LEGEND

A : Already obtained by the previous Mission
but to be obtained this preliminary Study Team, if it is renewed
(Tenom Pangi Hydroelectric Power Development Project, 1983)

B : to be obtained by this Preliminary Study Team

C : to be confirmed by this Preliminary Study Team

D : to be obtained by the Feasibility Study Team

1. Government organization

| Item | Description | Availability | Notes |
|---|---|---|---|
| 1. The Government Organization | 1. Organization Chart | B N.A | |
| 2. Position of SEB | | B Yes | Annual report 1987. (Organization chart) |
| 3. Organization of SEB | 1. Oarganization Chart | B Yes | ditto |
| 4. Representative in charge of the Feasibility study on this project | | B Yes | SEB Planning Depertment |
| 5. Steering Committee and Thechnical committee on this Project | 1. Member | B Not clear now | |

## 2. Planning Informations

| Item | Description | Availability | Notes |
|---|---|---|---|
| 1. Existing Plan of Power Development | 1. Master plan of upper Liwagu river basin development | B Yes | Hydro Power Project in Sabah and Sarawak etc. |
| | 2. Relation between Caravan mini hydro station and this project | B Yes | Another project |
| 2. Existing Transmission Line Network to be connected | | A Yes | Annual report 1987 |
| 3. Existing Water Right for Irrigation, Water use, etc. | | C None | Adjustment by district officer |

## 3. Electric Power Situation

| Item | Description | Availability | Notes |
|---|---|---|---|
| 1. Existing Supply Facilities | 1. Power plants and substations (installed capacities), transmission lines | A Yes | Annual report 1987 |
| | 2. Schematic and single line diagram | A Yes | ditto |
| 2. Record Demand and Supply | 1. Record of peak kw, kwh from 1979 to 1989 including load curve (annual, monthly, daily). | A Yes | ditto |
| 3. Power Consumption | 1. Average/Maximum power demand (kw), annual power consumption (kwh):<br>(a) Household<br>(b) Industories<br>(c) Agriculture<br>(d) Commercial<br>(e) Others | A Yes | ditto |
| | 2. Energy loss | A Yes | ditto |
| 4. Demand Forecast | 1. Long term demand (max. kw, kwh) forecast | A Yes | Hydro-power study of the Liwagu river basin (Phase2 vol.1) |
| 5. Supply Planning | 1. Long term supply (max. kw, kwh) planning | A N.A | |
| | 2. Installed capacity, firm and secondary energy of each planning power plant | A N.A | |
| | 3. Expansion program for transmission and distribution network | B Not clear now | Hydro-power syudy of the Liwagu river basin (Phase2 Vol.1) |
| | 4. Rural electrification program of neibouring places | B Not clear now | |

## 4. Economic Evaluation

| Item | Description | Availability | | Notes |
|---|---|---|---|---|
| 1. Economic Cost Comparison | 1. Comparison with alternative power plants | D | | |
| 2. Period of Analysis | 1. Hydrauric and alternative poewr plants | D | | |
| 3. Service Life Period of Replacement | 1. Service life, period of replacement of each item of hydraulic and alternative power plants | D | | |
| 4. Operation and Maintenance | 1. Annual operation and maintenance costs for hydraulic and alternative power plants | D | | |
| 5. Administration | 1. Administration fee for hydraulic and alternative power plants | D | | |
| 6. Tariff | 1. Existing and in future | A | Yes | Annual report 1987 |
| 7. Delivery cost | 1. Administration, transmission, substation, distribution, sales, interest, tax, etc. | A | N.A | |

## 5. Topographical Map

| Item | Description | Availability | Notes |
|---|---|---|---|
| 1. Aerial Photography in the Project Area | 1. Scale | B Yes | About 1/30,000 |
| 2. Topographical Maps | 1. Scale 1:500,000 | B Yes | |
| | 1:250,000 | B N.A | Not exist in SEB |
| | 1:100,000 | B N.A | Not exist in SEB |
| | 1: 50,000 | B Yes | |
| 3. Topographical Map Coverring Project Area | 1. Scale | B Yes | 1/50,000 |
| 4. Survey | 1. List and data of triangulation net for Project area | D | |
| | 2. List and data of level net for Project area | D | |
| | 3. List and data of bench-mark near Project area | D | |

## 6. Geological Data

| Item | Description | Availability | | Notes |
|---|---|---|---|---|
| 1. Geological Map | 1. Extentive geological maps, geological structures and their explanation | B | N.A | SEB hasn't but there are many reports in Geological Survey of Sabah |
| 2. Project Area | | | | |
| a) Geological Map and Geological Report | | B | Yes | Mini hydro pilot project in the state of Sabah. Feasibility report vol.1 (include literature cited) |
| b) Geological Investigation Works | | D | | |
| 3. Construction Materials | 1. Concrete aggregate, filling materials | | | |
| a) Locations | | D | | |
| b) Materials Test | | D | | |
| 4. Published Report on Earthquake or volcanic Activities | | A | Yes | Hydro-power study of the Liwagu river basin (Phase2 vol.3) |

## 7. Hydrological and Meteorological Data

| Item | Description | Availability | | Notes |
|---|---|---|---|---|
| 1. Run-off | 1. Location map | B | Yes | Hydro-power study of the Liwagu |
| | 2. Observation period | B | Yes | river basin (Phase2 vol.2) |
| | 3. Catchment area | B | Yes | ditto |
| | 4. Observation method | B | Yes | ditto |
| | 5. Available data of all discharge gauging-station | B | Yes | ditto |
| 2. Flood Flow | 1. Location map | D | Yes | ditto |
| | 2. Observation period | D | Yes | ditto |
| | 3. Catchment area | D | Yes | ditto |
| | 4. Observation method | D | Yes | ditto |
| | 5. Recorded flood | D | Yes | ditto |
| | 6. Probable discharge | D | Yes | ditto |
| 3. Sedimentation | 1. Observation point | D | Yes | ditto |
| | 2. Suspended material and bed load material | D | Yes | ditto |
| 4. Evaporation | 1. Monthly average observed of arranged evaporation | D | Yes | ditto |
| 5. Precipitation | 1. All avairable precipitation data for wet and dry seasons | D | Yes | ditto |
| 6. Weather | 1. Temperature, humidity and thunder (annual number of days per 10km square), location map(s) of stations | D | Yes | ditto |
| 7. Water quality | | D | None | |

## 8. Cost Estimation Data

| Item | Description | Availability | Notes |
|---|---|---|---|
| 1. Construction Cost for Civil Work | 1. Labour | D | |
| | 2. Materials(cement, steel, oil, etc.) | D | |
| | 3. Unit cost of hydroelectric power plant constructed in recent years(per kw, per kwh) | D | |
| 2. Construction Cost for Electric Work | 1. Labour | D | |
| | 2. Materials(cement, steel, oil, etc.) | D | |
| | 3. Unit cost of diesel/gas turbine power plant constructed in recent years (per kw, per kwh) | D | |
| 3. Opaeration and Maintenance Yearly Cost | 1. Hydroelectric power station | D | |
| | 2. Thermal power station (including fuel) | D | |
| | 3. Transmission line | D | |
| | 4. Substation | D | |
| 4. Interest Rate | | D | |
| 5. Escalation Rate | | D | |
| 6. Import duties | 1. Machinery and material for construction | D | |

## 9. Other Requests

| Item | Description | Availability | | Notes |
|---|---|---|---|---|
| 1. Design Criteria and so forth | 1. Civil work(dam, penstock, road etc.) | C | None | |
| | 2. Building, machine and material | C | N.A | |
| | 3. Communication | C | N.A | |
| 2. Land, Forest | 1. Schemes of land use, forest, etc. | D | | |
| 3. Game Preserve | 1. Kinds of wildlives to be reserved (if any) | D | | |
| | 2. Area of game preserve | D | | |
| 4. Facilities and Arrangements for Field Investigation | 1. Temporaly bridges or boats and crafts to cross the river near the site | B | Yes | Not necessary |
| | 2. Facilities for climbing at the site, if necessary | B | Yes | Not necessary |
| | 3. Labour, cars, radiophones (Herz) | B | N.A | |
| | 4. Arrangement of hotel | B | Yes | |

# 第IX章　現地収集資料リスト

# 第IX章　現地収集資料リスト

現地収集資料は表－IX．１に示す33点であるが、その他の参考資料としては表－IX．２に示すものがある。

表－IX．１　現地収集資料リスト(1)

| 番号 | 資料の名称 | 版型 | ﾍﾟｰｼﾞ数 | ｵﾘｼﾞﾅﾙ ｺﾋﾟｰ | 部数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | サバ州　河川，道路図　1/500,000 | A-0 | 1 | ｵﾘｼﾞﾅﾙ | 1 |
| 2 | SKELTON DIAGRAM (INTERCONNECTION OF RANAU AND KUNDASANG DIESEL POWER STATIONS WITH CARABAU AND MESILAU MINI-HYDRO POWER STATIONS). SEB | A-0 | 1 | ｺﾋﾟｰ | 1 |
| 3 | MINI-HYDRO PILOT PROJECT. GENERAL LAYOUT OF CARABAU SCHEME (DEC.1982). SEB | A-0 | 1 | 〃 | 1 |
| 4 | ditto GENERAL LAYOUT OF SAYAP SCHEME (MAR.1982). SEB | A-0 | 1 | 〃 | 1 |
| 5 | General Map of Pre F/S Sites in SABAH (Pantai Barat, Sugut, Segama and Tawau). SEB | A-0 | 1 | 〃 | 1 |
| 6 | Hydropower Options Study, Inventory of Identified Sites, Liwagu River Basin. SEB | A-4 | 1 | 〃 | 1 |
| 7 | MINI HYDRO PROJECT IN SABAH. SEB | A-4 | 1 | 〃 | 1 |
| 8 | UPPER LIWAGU BASIN .MINIHYDRO POTENTIAL STUDY(Planning Dept.SEB) | A-4 | 2 | 〃 | 1 |
| 9 | PRELIMINARY SURVEY OF UPPER LIWAGU MINI HYDRO POTENTIAL(Hydro-Dept.SEB) | A-4 | 3 | 〃 | 1 |
| 10 | PROJECT BRIEF:CARABAU MINI HYDRO PILOT PROJECT.RANAU. SEB | A-4 | 4 | 〃 | 1 |
| 11 | HYDROLOGICAL RECORDS for SABAH. 1969-1975. DID | A-4 | 4 | 〃 | 1 |
| 12 | DEMAND of DOMESTIC, INDUSTRIAL and COMMERCIAL.1976-1989, Ranau & Kota-Belud. SEB | B-4 | 2 | 〃 | 1 |
| 13 | SABAH ELECTRICITY BOARD Organisation Chart | A-4 | 1 | 〃 | 1 |
| 14 | PROJECT HIDRO TENOM PANGI. SEB | | 1 | 〃 | 1 |
| 15 | TARIFF STRUCTURE AND RATES, Apr.1986 SEB | A-4 | 3 | 〃 | 1 |
| 16 | LOAD FORECAST. Kota-Belud,FEB.1991 (Name:KB MW91.WK3) SEB | B-5 | 1 | 〃 | 1 |
| 17 | ESTIMATED LOAD GROWTH AT RANAU | A-4 | 1 | 〃 | 1 |

表－IX. 1　現地収集資料リスト(2)

| 番号 | 資　料　の　名　称 | 版型 | ページ数 | オリジナル コピー | 部数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 | HYDROPOWER OPTION STUDY AND INSTITUTIONAL/PLANNING CONSULTANCY (INTERIM REPORT, 1990). ADB | A-4 | 38 | コピー | 1 |
| 19 | HYDRO-POWER STUDY OF THE LIWAGU RIVER BASIN(PHASE 1. REPORT, MAY. 1988) SEB | A-4 | 34 | 〃 | 1 |
| 20 | ditto (PHASE 1 ANNEXES , MAY. 1988). SEB | A-4 | 28 | 〃 | 1 |
| 21 | ANNUAL REPORT (1987). SEB | A-4 | 57 | 〃 | 1 |
| 22 | HYDRO POWER PROJECTS IN SABAH AND SARAWAK (DRAFT FINAL REPORT VOL. 1 MAIN REPORT, OCT. 1988). ADB | A-4 | 86 | 〃 | 1 |
| 23 | HYDROPOWER PROJECTS IN SABAH AND SARAWAK (DRAFT FINAL REPORT VOL. 2 APPENDICES, OCT. 1988). ADB | A-4 | 53 | 〃 | 1 |
| 24 | HYDRO-POWER STUDY OF THE LIWAGU RIVER BASIN (PHASE 2 VOLUME 1 : FEASIBILITY REPORT, JUL. 1989). SEB | A-4 | 53 | 〃 | 1 |
| 25 | ditto (PHASE 2 VOLUME 2: ANNEX A HYDROLOGY JUN. 1989)SEB | A-4 | 73 | 〃 | 1 |
| 26 | ditto (PHASE 2 VOLUME 3:ANNEX B GEOTECHNICAL ENGINEERING JUN. 1989 )SEB | A-4 | 26 | 〃 | 1 |
| 27 | MINI HYDRO PILOT PROJECT in the State of SABAH(FIRST MONTHLY PROGRESS REPORT OCT. 1981). SEB | A-4 | 7 | 〃 | 1 |
| 28 | ditto (FEASIBILITY REPORT VOL. 1, Dec. 1981). SEB | A-4 | 55 | 〃 | 1 |
| 29 | ditto (FINAL REPORT MAR. 1982) | A-4 | 6 | 〃 | 1 |
| 30 | Tenom-Pangi Hydro-Electric Power Station(Phase1 And 11). SEB | A-4 | 30 | オリジナル | 1 |
| 31 | 地形図　1:50,000　(ラナウ、キナバル) | | 2 | コピー | 1 |
| 32 | サバ州ホテル案内 | | 1 | オリジナル | 1 |
| 33 | マレイシアの電力事情（日本国大使館） | A-4 | 10 | コピー | 1 |

表－IX. 2　参考資料リスト

| 番号 | |
|---|---|
| 34 | サバ州・サラワク州事情<br>在コタキナバル日本国領事館 |
| 35 | 昭和44年度　海外地質構造調査報告書<br>マレーシア国サバ地域<br>金属鉱物探鉱促進事業団 |
| 36 | マレイシア・タイ電力等プロジェクト選定確認調査報告書(1989年1月)<br>国際協力事業団 |
| 37 | マレイシア概況と日マ関係(昭和63年9月<br>在マレイシア日本大使館 |
| 38 | Outline of the Electric Power<br>在マレイシア日本大使館 |
| 39 | INVESTORS-抜粋-　(MID-AUGUST 1988)<br>在マレイシア日本大使館 |
| 40 | GENERATION DEVELOPMENT PROGRAMME (1986/1990)<br>在マレイシア日本大使館 |
| 41 | Annual Report 1985<br>Sabah Electricity Board (SEB) |
| 42 | Statistical Bulletin (Aug.1986)<br>National Electricity Board (NEB) |
| 43 | サバ州河川・道路図　1:1,250,000 |
| 44 | Current Development Plants and Future Prospects.(Sep.1988)<br>Development Planning Department |
| 45 | サバ・サラワク経済基礎資料(May.1988)<br>在コタキナバル日本国領事館 |
| 46 | Hydro Power Development in Peninsular Malaysia<br>NEB |
| 47 | NATIONAL WATER RESOURCES STUDY,MALAYSIA<br>SECTORAL REPORT VOL.2 METEOROLOGY AND HYDROLOGY (Oct.1982)<br>国際協力事業団 |
| 48 | 岩波講座　地球科学１０および１６　岩波書店 |

JICA