

フィリピン共和国

リオ・チバ鉱山関連施設  
整備計画調査報告書

第 I 編

昭和 59 年 6 月

国際協力事業団

鉱計西

( )

84-13509

K-46  
LIBRARY



JICA LIBRARY



1030457(4)



フィリピン共和国

リオ・チバ鉱山関連施設  
整備計画調査報告書

第 I 編

昭和 59 年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 9. 19	. 118
登録No. 10689	66
	MPP

マイクロ  
ライブラリー

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に応え、同国パラワン島バタラサ地区に位置するリオ・チバ鉱山（ニッケル・亜鉛）の開発に伴う関連施設の整備計画について調査を行うこととし、国際協力事業団にその実施を委託した。国際協力事業団は、安田武二氏を団長とする 9名の調査団を組織し、1984年 1月25日から同年 3月14日までこの調査団を現地に派遣し、調査を実施した。

調査団は、フィリピン共和国政府関係機関、その他の方々の協力により現地調査を円滑に行うとともに、帰国後、同調査結果ならびに現地にて収集した各種資料に基づき本件計画の検討を行い、この程、報告書完成の運びとなった。

本調査は、リオ・チバ鉱山の開発に必要な水力発電所建設のための調査であり、本報告書は、各施設について技術的・経済的な検討及び整備開発効果の検討をとりまとめたものである。

本調査が、今後のリオ・チバ鉱山開発の推進に寄与するとともに、日本・フィリピン両国の友好親善関係の促進に資すればこのうえもない喜びである。

おわりに、本調査の実施にあたり、種々御協力いただいたフィリピン共和国政府関係機関、在フィリピン日本国大使館、外務省、通商産業省の方々に対し、深甚なる敬意を表するものである。

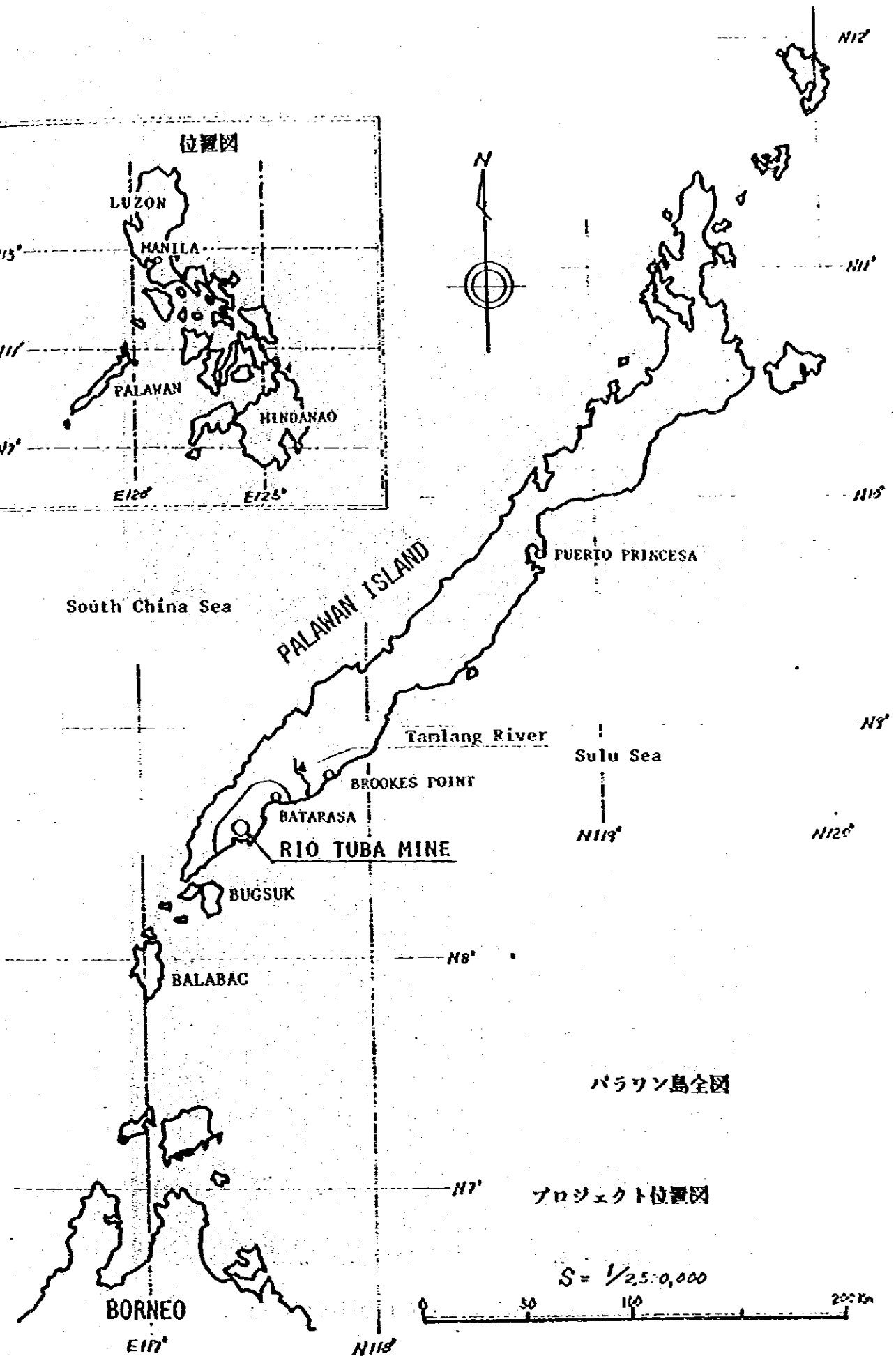
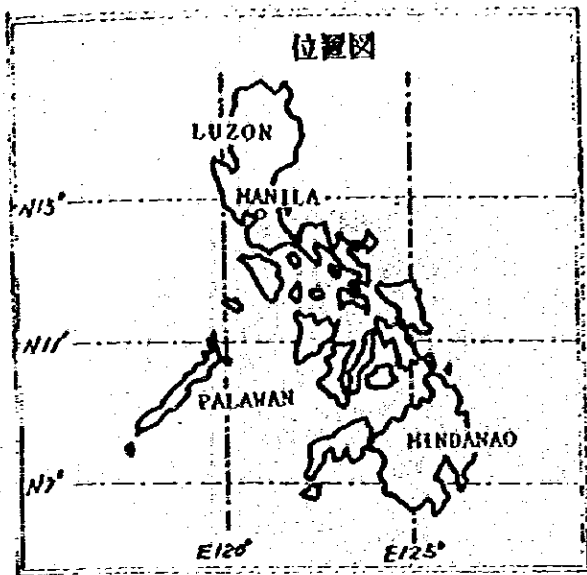
昭和59年 6月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔



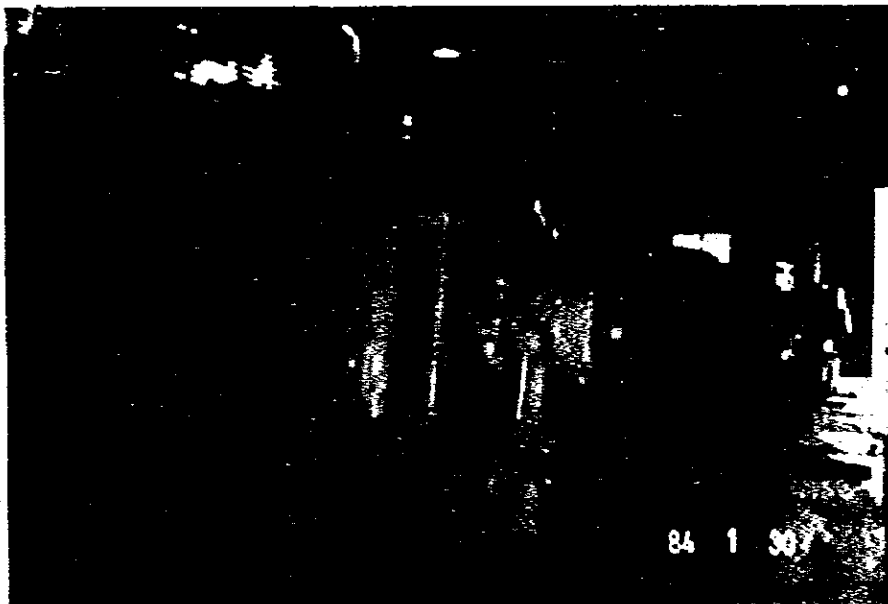








ニッケル鉱石の露天掘り  
(Rio Tuba 鉱山)



ディーゼル発電所 (Rio Tuba 鉱山)



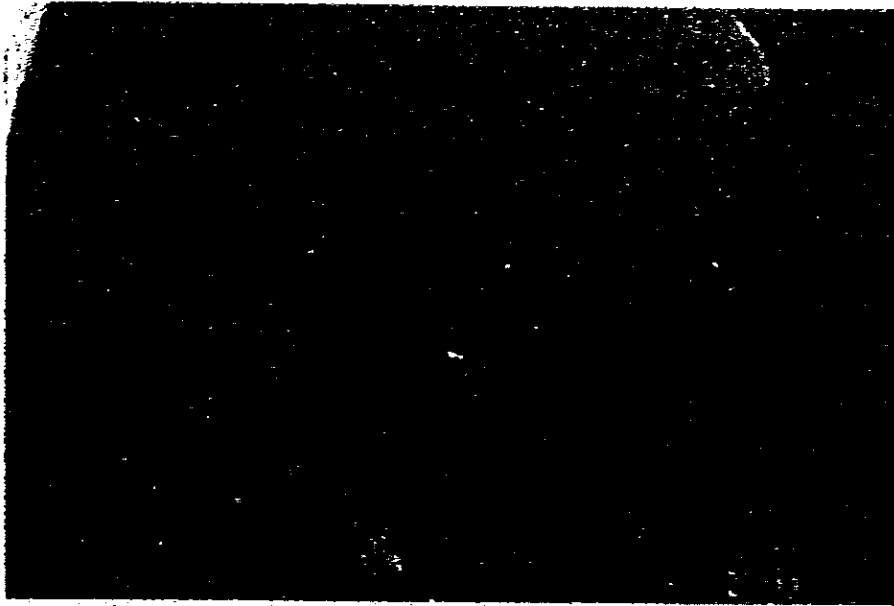


ドライヤー設備  
(Rio Tuba 鉱山)



鉄石の天日乾燥  
(Rio Tuba 鉱山)





Brookes Point 町

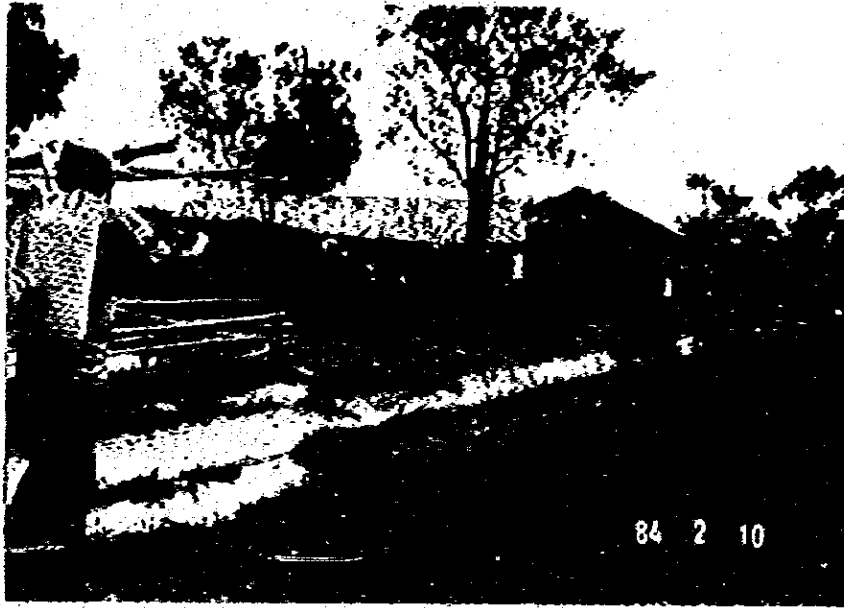


PALECO のディーゼル発電所

(Brookes Point 町)







Sandoval の市場



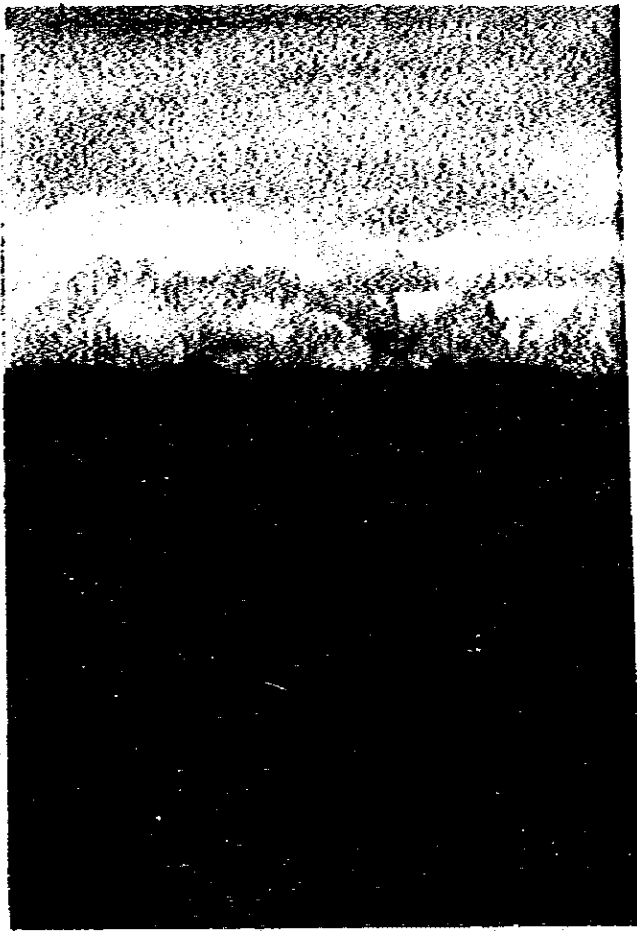
典型的な中流の住居



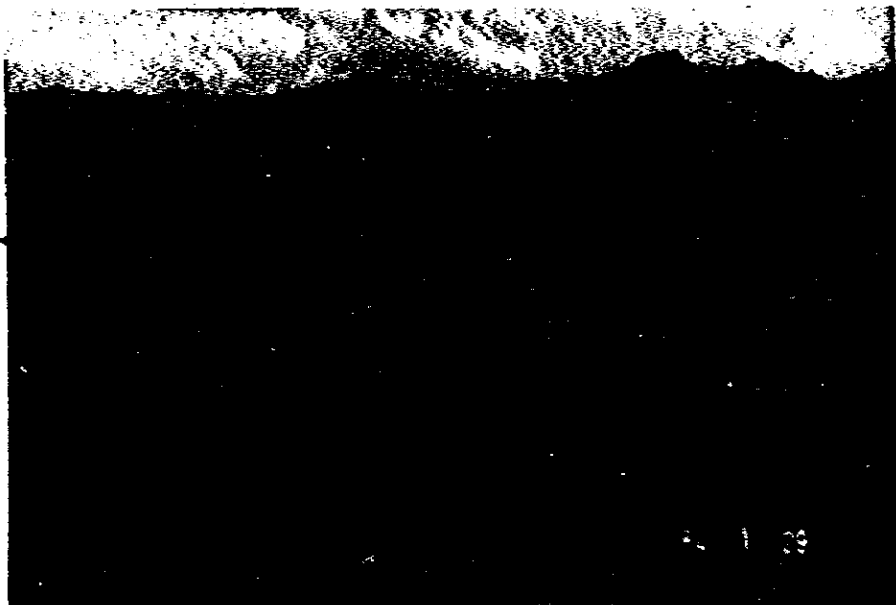


Tawlang 川のダム地点（上流側より）





fawlang 川, 発電所地点 (下流, 橋上より)



34.5KV 送電線

Marangas 川と送電線ルート



## ABBREVIATIONS

JICA	国際協力事業団	Japan International Cooperation Agency
NEA	電化管理局	National Electrification Administration
PALECO	パラワン電化協同組合	Palawan Electrification Administration
NIA	国家灌漑庁	National Irrigation Administration
NPC	国営電力公社	National Power Corporation
PAGASA	フィリピン気象庁	Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration
NEDA	国家経済開発庁	National Economic Development Authority
NWRC	国家水資源会議	National Water Resources Council
PIADP	パラワン統合地域開発プロジェクト	Palawan International Area Development Project
NCSO	国勢統計事務所	National Census and Statistics Office
MHS	移住環境省	Ministry of Human Settlements
MNR	天然資源省	Ministry of Natural Resources
ADB	アジア開発銀行	Asian Development Bank
UNDP	国連開発計画	United Nations Development Program
EEC	ヨーロッパ経済共同体	European Economic Community
PHSIP	フィリピン中規模灌漑計画	Philippines Medium Scale Irrigation Project
DOE	エネルギー省	Ministry of Energy
MERALCO	マニラ電力会社	Manila Electric Company
RTMC	リオチバ鉱山	Rio Tuba Nickel Mining Corporation

US\$	United States Dollars
₱	Philippine Pesos
¥	Japanese Yen
FC	Foreign Currency
LC	Local Currency
EIRR	Economic Internal Rate of Return
FIRR	Financial Internal Rate of Return
O & M	Operation and Maintenance
L.F.	Load Factor
E.L.	Elevation in m AMSL (Above Mean Sea Level)
W.L. (HL)	Water Level in m AMSL
H.W.L. (HML)	High Water Level in m AMSL
L.W.L. (LWL)	Low Water Level in m AMSL
F.W.L. (FWL)	Flood Water Level in m AMSL
mm	millimeter (s)
cm	centimeter (s)
m	meter (s)
km	kilometer
m <sup>3</sup>	cubic meter
km <sup>2</sup>	square kilometer (s)
ha	hectare
m <sup>3</sup> /sec	cubic meter per second
kg	kilogram
t (ton)	metric ton
ℓ	liter
%	percent
°C	centigrade
°	degree
N	north

rpm  
Hz  
kcal  
KV  
kVA  
MVA  
W  
KW  
Mw  
KWH  
MWH  
GWH  
V  
A  
BTU

revolution per minute  
hertz (cycles per second)  
kilocalorie  
kilovolt  
kilovolt ampere  
megavolt ampere  
watt  
kilowatt  
megawatt  
kilowatt hour  
megawatt hour  
gigawatt hour  
volt  
ampere  
British Thermal Unit







## 要約と提言

### A. 要約

- (1) Palawan 島はフィリピン共和国を構成する12州 (Region) の中のRegion IVに属する最西南端に位置し、ボルネオ島に接する総延長約 490km、巾は最狭小部で約 15kmの南西に延びる細長い島で、その面積は4,900km<sup>2</sup> (全国の5%)、人口約40万人 (全人口の約 0.8%) の未開発地域の一つである。主要産業は農、林、鉱業で、又マニラに陸揚げされる漁獲高の45%は本島周辺のものである。  
気象は熱帯に属し、年間気温は23~33℃、発電所の所在するBrookes Point郡の降雨量は25ヶ年平均で年間1550mmである。
- (2) 行政単位は、Palawan 島全体をPalawan Province (県) とし、21のmunicipality (郡) より成り、Rio Tuba鉱山はBataraza郡、本Tawlang 発電所はBrookes Point 郡に位置する。
- (3) 鉱物資源はニッケル、銅、マンガン、シリカ等で、特にRio Tubaニッケル鉱山はフィリピンの輸出産業として、本島に於ける数少ない大企業で、地域経済の発展と雇用増大に大きく貢献している。
- (4) Rio Tuba鉱山は1977年1月操業を開始し、開発可採鉱量は 2,300万湿量屯 (2 鉱体の内の1つを対象として)、年間約50万屯を全量日本に輸出している。尚船積鉱の品位と水分はNi 2.3%、H<sub>2</sub>O 26%である。
- (5) Rio Tuba鉱山の電源は 700kwユニットのディーゼル発電機3台を設備し、ドライヤーシステム、その他必要電力を供給することになっているが、年々高騰を続ける燃料価格と国際的ニッケル価格の低迷に直面し、生産コスト引下げの為、既存のディーゼル発電機を転換して、水力発電所を建設することを企図するに至った。
- (6) 本島の電力事業を営むPALBCOの総設備容量は 6,750kw、尖頭負荷電力は 2,725kw (1983年末)、その電化率は38%で全てディーゼル発電に依存して居る為、電気料金は全国的に最高の地域の一つで、前述のBataraza郡は無点灯地域である。地方電化計画はNEAが主管となって推進されて居り、1990年までに 100

%の電化を達成することを目標としているが、予算的制約から、その実現は遅延して居り、本計画によるPalawan 島南部への電化に対する期待は大きい。

- (7) Rio Tuba社は地域社会と企業との共存という理念の下に、新設水力発電所の電力を鉱山用のみならず、民生用として供給し、地域社会の要請に積極的に応えることを考慮している。
- (8) 即ち、Balaraza地区の無点灯村落の解消と既存老朽ディーゼル発電機を代替して、今後10ヶ年の想定需要 1,000kwを民生用として優先的に供給し、安定且つ低廉な電力料金を以て、地域社会に貢献するものである。
- (9) Tawlang 川水力発電所は本島に於ける数少ない水力資源の有効活用を期し、KWH当り建設単価、便益コスト比、その他を総合的に判断して、最適規模を決定した。

- (10) 即ちその発電所諸元は次の通りである。

流域面積	39.0km <sup>2</sup>
発電方法	ダム(調整池)水路式
最大出力	3,800kw
最大使用水量	4.5m <sup>3</sup> /sec.
最大有効落差	101.3m
年間可能発電力量	20.51GWH
ダム高	47m
導水路延長	1,493.0m (含む水圧管路)
発電所型式	地上屋内式
水車型式	横軸フランシスタービン 1台
発電機型式	横軸三相交流同期発電機 1台
送電線	電圧、34.5KV, 1回線, 延長 44km

建設工事費は、昭和59年3月現在で概算40.3億円と推定した。

工期は28ヶ月と見積もられる。

- (11) 本プロジェクトの収益性に関しては、Rio Tuba社に於いて、新製練法が現在研究中で、必要電力需要規模等について具体化されていないので、止むを得ず現行

操業システムを基準にしたもの、及びその他 1,2の電力需要規模を想定して財務  
経済評価を行い、今後の製錬の具体化の一助になることを期した。

(12) 建設工事資金は全て借入金に依るものとし、借入条件は次のように仮定した。

全資金の70%：金利年3%、返済期間20年、うち据置5年。

全資金の30%：金利年8%、返済期間7年、据置なし。

(13) 財務、経済評価の結果は別紙の通りである。

FIRR 9.0% (その他のケースは各々 3.2%, 7.9%)

EIRR 11.6% (その他のケースは各々 5.7%, 10.1%)

(14) 本プロジェクトは上記経済効果とPALECO南部需要家に対する民生用電力の安定  
供給と電力料金の低廉化という直接効果の外に間接効果として数値的に把握出来  
ないが、農山漁村の生産性向上効果、生活環境の改善を含む社会経済的便益、外  
貨節減に基づく国家経済的便益、或いはダムによる砂防効果等多くの間接的効果  
が期待出来る。

## B. 提 言

- (1) 本プロジェクトは鉱山製錬用と民生用の両用に供されるPalawan 島最初の重要な水力発電開発計画で、技術的にも経済的にもフィジブルである。
- (2) Rio Tuba社の新製錬システムの研究完了、具体化は、早くとも昭和65年以降となることが予想されるが、現在のPALBCOの電気料金の高騰を防ぎ供給力不足を充足すると共に、Rio Tuba社の現有設備の電力コストの低下を目的に、昭和63年4月発電開始を前提として、諸準備を進めることが望ましい。このためには昭和61年当初に着工出来る様、融資条件の審査、決定、詳細実施設計業務の実施、請負附記の審査決定等の業務が事前に完了されて居ることが必要であろう。
- (3) Rio Tuba社は工事着手迄の期間、提案設置された雨量観測所、流量測水所に於いて出来る限り多くの実測記録を集めることが望まれる。
- (4) Rio Tuba社とPALBCOは民生用電力供給に関し、基本的な問題即ち、電力受給責任分界点、受給電力配分と計量、事故時保護システム、売買電力レート等の問題について、着工前に合意に達する様、協議を進めなければならない。
- (5) Rio Tuba社は着工前に、NWRC (National Water Resources Council) に水利権取得の承認を得ておかななければならない。
- (6) PALBCOは電力受給責任分界点迄の配電線、受電設備、及びBataraza地区に於ける変、配電設備用の資機材の手配、並びに所要資金の予算化等についてNEAと協議を進めて置かななければならない。
- (7) 本プロジェクトはフィリピンの輸出産業たるニッケル鉱山の生産コストを低減し、且離島の民生用電力の安定且つ低廉化に貢献するもので、本プロジェクトの建設には長期低利の公的融資が投入されるにふさわしいと判断される。

# 第 I 編 目 次

序 文	i
プロジェクト位置図	ii
写 真 集	iii
用 語 集	ix
要約と提言	xi
第 1 章 緒 論	1
1.1 経緯並びに業務契約	1
1.2 報告書の目的と範囲	2
1.3 調査と検討解析	2
1.3.1 現地調査作業	2
1.3.2 国内作業	6
第 2 章 フィリピン共和国の一般情勢	8
2.1 人 口	8
2.2 社会・経済	9
2.2.1 政治動向	9
2.2.2 行 政	9
2.2.3 経済動向	10
2.2.4 Palawan 経済	11
2.3 開発計画	12
2.3.1 5ヶ年開発計画	12
2.3.2 Palawan 統合地域開発プロジェクト	14
2.4 電 力	15
2.4.1 電力関係機関	15
2.4.2 電力需給	16

2.4.3. 地方電化 .....	16
2.4.4. Palawan 電力事情 .....	16
2.5. 鉱業及び石油 .....	17
第3章 Rio Tuba 鉱山 .....	26
3.1 沿革及び将来 .....	26
3.2 電力設備及び電力需給 .....	27
3.2.1 電気設備 .....	27
3.2.2 電力状況 .....	28
第4章 電力需要想定 .....	33
4.1 需要想定之目的 .....	33
4.2 民生用電力の検討 .....	33
4.2.1 現況 .....	33
4.2.2 住民の要望 .....	33
4.2.3 民生用電力の需要想定 .....	34
4.3 Rio Tuba 鉱山用電力の検討 .....	36
4.3.1 現況 .....	36
4.3.2 鉱山用電力の需要想定 .....	36
4.4 民生用電力と鉱山用電力の配分 .....	37
4.5 鉱山用電力の需給バランス .....	38
4.5.1 ケース 1 .....	38
4.5.2 ケース 2 .....	38
4.5.3 ケース 3 .....	39
第5章 水力発電開発計画 .....	53
5.1 最適開発計画 .....	53
5.1.1 開発基本構想 .....	53



5.1.2	代替電源の検討並びにKW価値、KWH 価値の決定	53
5.1.3	最適開発計画	54
第6章	発電所諸元、概算工事費及び工事工程	60
6.1	発電所諸元	60
6.1.1	主要土木構造物	60
6.1.2	主要電気設備	60
6.2	概算工事費	61
6.3	年度別工事資金計画	62
6.4	工事工程	62
第7章	財務評価	69
7.1	プロジェクト評価一般について	69
7.2	財務評価の前提	70
7.3	便益及び費用の積算	71
7.3.1	便 益	71
7.3.2	費 用	73
7.4	財務的内部収益率 (FIRR)	73
7.5	感度分析	73
第8章	経済評価	84
8.1	経済評価の考え方	84
8.2	便益の積算	85
8.2.1	Rio Tuba 鉱山自家用電力の便益	85
8.2.2	民生用供給の便益	86
8.3	費用の積算	86
8.3.1	税 金	86
8.3.2	為 替	87

8.3.3 労 賃 .....	87
8.3.4 土 地 .....	88
8.3.5 燃 料 .....	88
8.4 経済的内部収益率 (EIRR) .....	89
第9章 間接効果 .....	90
9.1 概 況 .....	90
9.2 農山漁村の生産性向上に及ぼす効果 .....	90
9.3 非農業経済、或は社会経済の改善 .....	90
9.4 地域住民の生活環境の改善 .....	90
9.5 国家経済に及ぼす効果 .....	100
9.6 ダム築造に伴う砂防効果 .....	100

## プレート目次

プレート	プロジェクト位置図 .....	ii
	ニッケル鉱石の露天掘り、ディーゼル発電所 (Rio Tuba 鉱山) .....	iii
	ドライヤー設備、鉱石の天日乾燥 (Rio Tuba 鉱山) .....	iv
	Brookes Point 町、 PALECOのディーゼル発電所 (Brookes Point 町) .....	v
	Sandoval の市場、典型的な中流の住居 .....	vi
	Taalang 川、ダム地点 (上流側より) .....	vii
	Taalang 川、発電所地点 (下流、機上より)、 Marangas川と送電線ルート .....	viii

## 図 表 目 次

図	1-1	RIVER BASIN MAP .....	7
	2-1	ENERGY DEMAND AND ENERGY SOLD BY PALECO .....	19
	3-1	SINGLE LINE DIAGRAM .....	30
	2	RIO TUBA MINE .....	31
	3	DAILY LOAD COUVE (JAN. 30, 1983) .....	32
	4-1	ENERGY DEMAND OF RIO TUBA MINING CORPORATION .....	40
	5-1	STUDY OF SCALE .....	56
	6-1	GENERAL LAYOUT .....	64
	2	WATERWAY: (SURGE TANK-TAILRACE) PROFILE .....	65
	3	DAM: PLAN, TYPICAL SECTION, DOWNSTREAM FACE .....	66
	4	POWER HOUSE: PLAN, TYPICAL SECTION .....	67
	5	POWER SYSTEM DIAGRAM IN 1988 .....	68
表	2-1	エネルギー需要 .....	13
	2	PHILIPPINE ELECTRIC POWER FACILITIES .....	20
	3	RURAL ELECTRIFICATION .....	20
	4	ELECTRIC COOPERATIVE CONDITIONS .....	21
	5	HISTORY OF PALECO .....	22
	6	PALECO ELECTRIFICATION CONDITION .....	24
	7	ENERGY DEMAND AND ENERGY SOLD BY PALECO .....	24
	8	BROOKES POINT MUNICIPALITY ELECTRIC CONDITIONS .....	25
	3-1	ニッケル国際価格の推移 .....	29
	2	RIO TUBA社の生産、販売及び財務状況の推移 .....	29
	4-1	DEMAND FORECAST FOR RURAL ELECTRIFICATION .....	41
	2	ESTIMATED MAXIMUM POWER DEMAND AND ENERGY DEMAND FOR SOUTH OF BROOKES POINT TOWN .....	42

3	PERCENTAGE OF ENERGIZED HOUSEHOLDS	
	FOR TOWN AND RURAL COMMUNITIES .....	43
4	DEMAND FORECAST OF RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 1) ...	47
5	SUMMARY OF DEMAND FORECAST .....	48
6	AVAILABLE HYDROPOWER ENERGY FOR RIO TUBA MINING CORPORATION	49
7	BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY	
	FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 1) .....	50
8	BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY	
	FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 2) .....	51
9	BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY	
	FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 3) .....	52
5 - 1	COMPARATIVE COST ANALYSIS .....	57
2	COMPARISON OF DEVELOPMENT SCALE .....	58
3	OUTLINE OF DEVELOPMENT PLAN .....	59
6 - 1	CONSTRUCTION SCHEDULE .....	63
7 - 1	THREE CASE STUDIES FOR FIRR .....	75
8 - 1	THREE CASE STUDIES FOR EIRR .....	90

## 第 1 章 諸 論



## 第1章 緒 論

### 1.1 経緯並びに業務契約

フィリピン共和国パラワン (Palawan) 島の南端バタラサ (Bataraza) 地区に於て酸化ニッケル鉱床が発見され、採鉱、開発の為、1969年Rio Tuba Nickel Mining Corporationが設立された。以来、同社は鉱区の管理、採鉱作業を進め、1973年日本企業 (太平洋金属株式会社) の資本参加 (総株数の40%) を得て開発に着手し、1975年更に新日鉄、日新製鋼、日商岩井が参加し、1977年より操業に入り、順調に鉱石生産を行い年間50万湿量屯の鉱石を全量日本向けに輸出しているPalawan 島の数少ない大企業の一つで、フィリピン共和国の輸出産業として外貨獲得と、地域経済の発展、並びに当該地域における雇用増大に大きく貢献している。併し乍ら同社は国際的なニッケル価格の低迷に直面し、生産コスト引下げのため、既存のディーゼル発電 (700KW 3unit) から水力発電へとエネルギー源の転換を図ろうとしている。

一方Palawan 島の地方電化事業はNEA (National Electrification Administration) の管轄下にあるPalawan Electric Cooperative (PALECO) により電力事業が運営されているが、同島に於ける電気普及率は僅かに38%、特にRio Tuba鉱業が操業を行っているBataraza地区は無点灯地区となっており、当該地域に居住する約24,000人 (推定) の住民は電気のもたらす諸恩恵に浴することもなく、洪水及び干旱等の被害に悩まされている。

上記の諸事情を踏まえ、太平洋金属はRio Tuba周辺に位置するKarangas川及びTawlang 川を水力発電開発予定地点として、国際協力事業団に対し融資の前提となる基礎調査の申請を行った。

これを受けて国際協力事業団は昭和58年5月事前調査を行い、昭59年1月中央開発機との間に「フィリピン共和国、リオチバ鉱山関連施設整備計画」に関わる業務実施契約を締結、現地調査作業、国内解析作業からなるフィジビリティスタディを実施せしめた。

## 1.2 報告書の目的と範囲

本報告書はJICAの「関連施設整備事業への融資制度」により開発事業に関連した諸施設たる水力発電開発計画に融資することの妥当性を解明するもので、本プロジェクトが単にRio Tuba鉱山企業のためだけでなく、周辺の民生用即ちPalawan島地域地方電化公社(PALBCO)の電化率の向上と料金低減の効果、更には地域社会発展に大きく貢献するものでなければならない。これらの目的を達成する為に現地調査により得られた地形図、地質調査結果、各種現地調査作業結果、現地に於いて収集した各種資料、データ等を基礎に最適開発計画を策定し、その水力発電構造物の基本設計、施工計画、概算工事費を検討し、以て本プロジェクトの技術的、経済的可能性、並びに財務分析、経済的評価を通じて本プロジェクトがJICAの融資条件に適合するかどうかの検討を行った。特に前述の地域社会への貢献に関しては、無点灯村落の解消を含めた本地域電力需要想定を行い、PALBCO、その監督機関たるNBAとの協議の下に、PALBCOとの電力供給連繫方法等の基本的事項の合意を計り、新規電力供給力の適正配分を検討し、本報告書がRio Tuba鉱山の今後のニッケル粗鉱精練計画樹立に有用であるのみならず、民生用電力供給に役立つことを検討した。

## 1.3 調査と検討解析

### 1.3.1 現地調査作業

1984年1月25日より3月14日迄50日間亘って、JICAと協議決定した契約内容に基づき、以下の現地調査作業を実施した。

#### (I) 現地調査

水力開発候補予定地点に対する図上調査、図上調査及び現地調査を実施し、(II)代替水力開発候補予定地点の比較調査参照)最も可能性の高いTawlang川について詳細な現地調査を実施し、ダムサイト、水路経過地、水櫃、水圧管路発電所等の主要構造物の位置を選定し、以下の通り必要な地形測量、地質調査を実施した。



## (2) 現地協議

本調査業務遂行上関係あるフィリピン政府諸機関及びその出先、その他、組織機関と随時協議打ち合せを行い、且つ必要な資料を収集した。それらの機関は次の通りである。

NEA, NIA (National Irrigation Administration), NPC (National Power Cooperation), PALCO (Palawan Electric Cooperative), Palawan Provincial Government, PAGASA (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Service Administration), NBDA (National Economic and Development Authority), NWRC (National Water Resources Council), MPWH (Ministry of Public Works and High Way), RTNMC (Rio Tuba Nickel Mining Corporation), PIADP (Palawan Intergrated Area Development Project) 事務所, etc.

## (3) 水文調査

前述の諸機関の中特にPAGASA, NIAの流量、気象資料を収集、解析すると共に現地調査期間中数回に亘り発電所付近の予定測水所、及びダムサイトに於いて同時流量測定を行い、又PAGASAに於ける各種発表論文を評価し、国内に於ける水文解析作業の資とした。

## (4) 地形測量

水力発電構造物の全般的レイアウトの検討、各種構造物の基本設計（今回のFeasibility Study に於ける段階）更に将来の詳細実施設計等に必要な精度、範囲を以て以下の内容の地形測量を現地業者Techniks Group Corporationに請負附託して実施した。

水準測量：既設基準水準点の検測及び各主要構造物予定地点との連絡

河川線横断測量：発電所下流約 100mから上流貯水池（1/500）湛水区間迄の

河川線横断測量

水路経過地、ベンストックルートの横断測量（1/500）

地形測量：ダムサイト、発電所附近（1/500）

現地は河川勾配は急で平均約1/20、両岸とも急峻な溪谷を形成し、水路経過地として選定された右岸側は各所に岩盤が露出し、その間に原生林が繁茂し、短

期間に予定測量を完了することは困難な地域であったが、当社が現地に持参した高精度、高能率の光波測距機（トッパコン、EDM Thodolite Guppy GTS-206）を活用し、スタジア測量を併用し、精度を落とすことなく予定期間内に完了した。

#### (5) 地質調査

ダムサイト、貯水池湛水区域内、水路経過地を中心に地表地質踏査を実施すると共に、水槽、ベンストックアンカーブロック、発電所位置に於いて、コアボーリング調査を実施した。

前述の通りダムサイト迄のアクセスは非常に急峻でボーリング機械の搬入は不可能の為、ダムサイトの河床堆積物の深度を把握する目的を以て、ノンダイナマイトスタッキング式弾性波探査法に変更した。

#### ボーリング調査

水槽位置	1孔	延長18m
ベンストック（アンカーブロック）	2孔	18m
発電所位置	2孔	13m
放水路位置	1孔	8m
計	6孔	57m

#### スタッキング式弾性波探査

測線長 181m

#### (6) 電力需要調査

電力需要各種データはRio Tuba社及びPALBCOから必要資料を収集、解析すると共に、特にRio Tuba周辺村落の無点灯解消を目的に各戸別の聴取り調査を実施し、将来の電力需要想定の資とした。

#### (7) 代替水力開発候補地点の比較調査

Tawlang川は事前調査段階で最優力候補地点とされ、Marangas川は除外された。本調査団は前述の通り、Tawlang川に対し、重点的に現地調査作業を実施したが、Tawlang川ではその経済的開発規模は高々4階程度で、将来必要鉱山精練用としては大きく不足するので、本川に引続き、他有望候補地点を調査検討すべく、Marangas川、Condowaga川、Calaslan川が採り上げられた。

#### Marangas川 :

Tawlang 川の西方約14kmに位置し、流域面積は38km<sup>2</sup>である。河川上流部平均勾配は約1/12であるが、水力地点と考えられる上中流部で1/70と緩勾配になり、水力発電の経済的河川勾配と言ひ難く河川流量もTawlang 川と同日観測した結果はTawlang 川の約1/2以下に過ぎない。流域内地質は全般に頁岩、砂岩の互層で亀裂が発達した不良部分が多く、ダム基礎としても、その程度、及び透水性から見て不利で、残念乍ら本河川は水力開発候補地点から除外した。

#### Condwaga川, Calasian川 :

1/50,000地形図による図上検討で、Condwaga川 (取水地点流域面積34km<sup>2</sup>) の水をCalasian川に分水し、高落差を得て約4MWの発電を行う案で、添付図 (Fig.1-1)の如き3案を選定した。この案に基づきセスナ機による機上調査を実施したが、その結果は以下の通りである。

- (a) 両河川は殆ど平行して、Tawlang 川と同一Mantaling 山脈から源を発し、西流して、海岸湿地帯を蛇行して、南支那海に注いでいる。
- (b) Condwaga川の上流部河川勾配は1/25で水源林は原生林として繁茂して居り、河床堆積物も余り見られない。
- (c) Calasian川はこれに反し、河川勾配は1/80~1/100 と緩く、流路中に河床堆積の箇所が多く見かけられる。
- (d) 3案の如く両川を導水路により連絡することに依り (A) 案で、落差、水路比1/23、(B) 案で1/34、(C) 案で1/45が得られ、水力発電所としての経済性が生起する。
- (e) 両河川の流域地質は玄武岩質溶岩類で特に崩壊地は見られない。
- (f) 3案中、(A) 案は落差、水路比は最も小さく経済性が高く考えられるが、約1.2kmの本長大トンネルを掘る必要があり、(B) 案が今後の検討案と考えられる。
- (g) (B) 案を中心に現地調査を実施し、総落差をチェックする水準測量を実施し、同時に、流量観測所、雨量観測所を設置し約一ヶ月のデータを得て後、F. S. 調査を実施すべきことを提言する。

### 1.3.2 国内作業

前述の現地作業に於いて得られた地形測量図、地質調査結果、その他現地収集資料を基礎に最適水力発電開発計画の確立と、その財務、経済的評価分析を中心にして F.S.Report のとりまとめを行った。

先づ水文解析は水力発電計画策定上最も基本となるもので、数少ない水位記録、流量データと附近平地にある雨量観測所の記録との相関を検討しつつ、14年間の日雨量をベースにタンクモデル等の手法を活用して取纏めた。

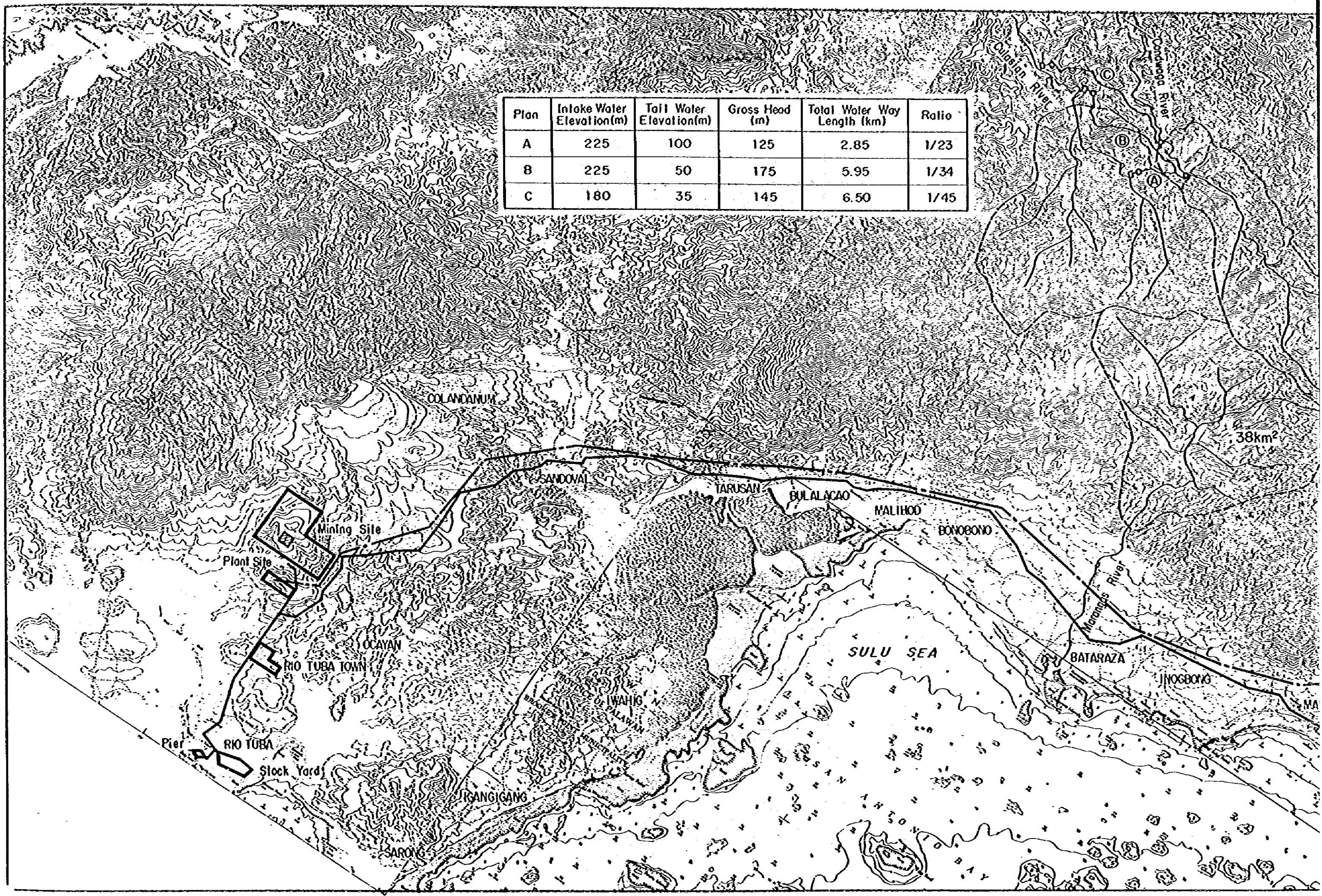
発電計画に関してはダムタイプダム高の比較、発電所規模の検討、発生電力量の算定、各種構造物の基本設計、概算工事費の推定を経て、発電計画を確立することになるが、特に本地点は工事用アクセスが非常に困難な場所で工事施工計画と発電経済性は最も密接な関係にあり、工事用道路を中心とした各種開発構想を比較検討した後、最適発電計画を決定した。

本Feasibility Study に於いて財務評価、経済評価は民生用電力供給問題とからめて非常に重要なもので、鉱山専用水力発電所の経済的意義と民生用電力供給との調和を踏まえて、鉱山用電力原単位とニッケル価格に占める電力コストの解明を行った。なお、本プロジェクトが民生用電力供給を含めて地域社会或いは地域開発に如何に寄与し得るか等の問題についても検討を行った。

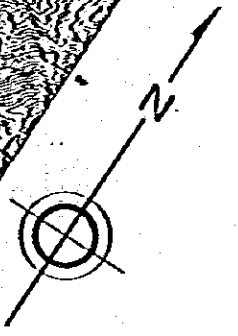
なお、現地調査団のメンバーは下記の通りである。

アドバイザー	小松 孝雄	通商産業省通商政策局技術協力課
グループ	松浦 毅	国際協力事業団鉱工業開発協力部
団 長	安田 武二 (総括)	中央開発株式会社
団 員	尾関 規 (地質)	"
"	鈴木 隆文 (水文)	"
"	青木 源明 (土木)	"
"	黒田 邦雄 (電気)	"
"	仲居 功 (地質試験)	"
"	小沢 清次 (測量)	"
"	永田 昌明 (財務、経済)	海外コンサルティング企業協会

Plan	Inlake Water Elevation(m)	Tail Water Elevation(m)	Gross Head (m)	Total Water Way Length (km)	Ratio
A	225	100	125	2.85	1/23
B	225	50	175	5.95	1/34
C	180	35	145	6.50	1/45

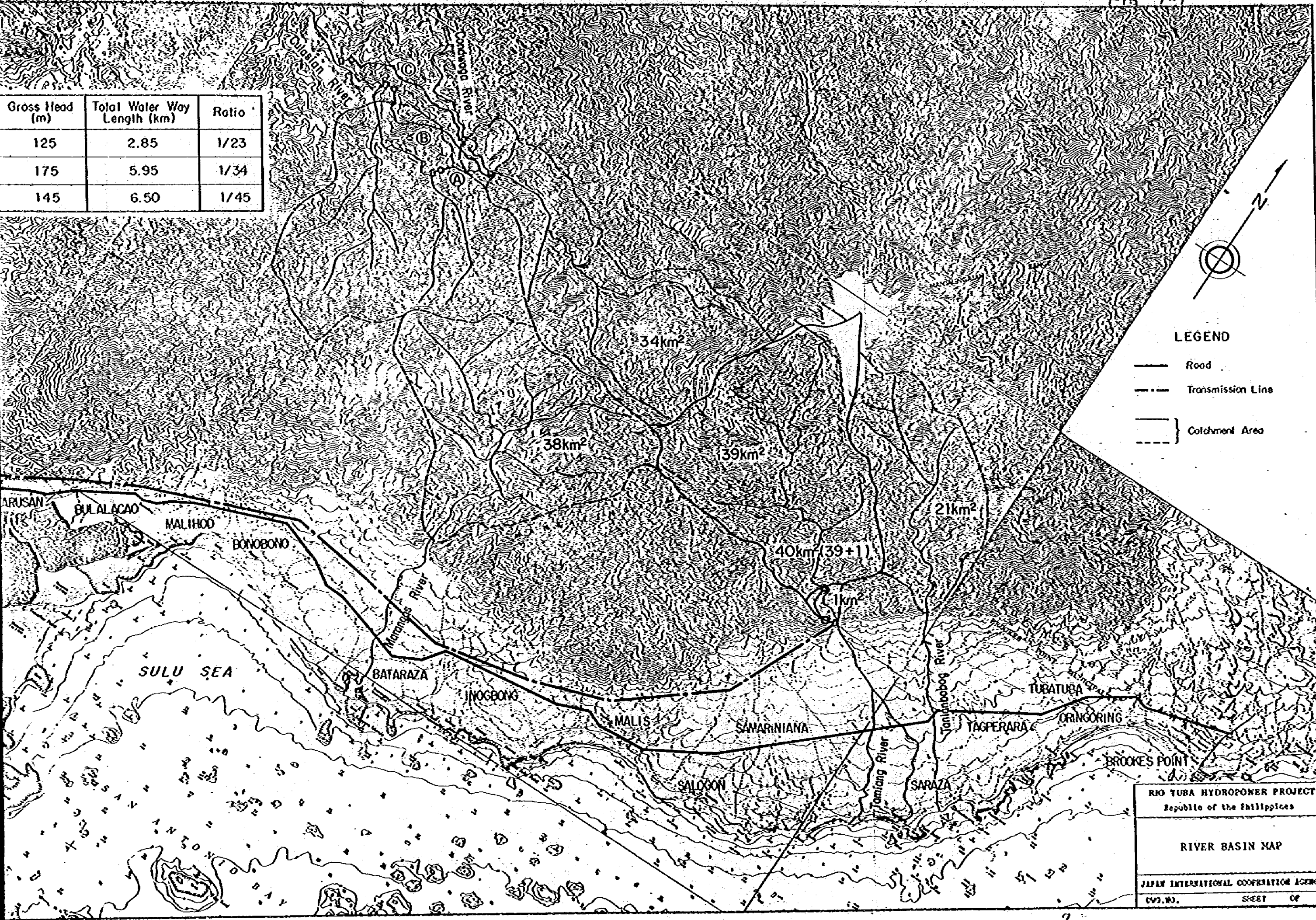


Gross Head (m)	Total Water Way Length (km)	Ratio
125	2.85	1/23
175	5.95	1/34
145	6.50	1/45



LEGEND

- Road
- - - Transmission Line
- } Catchment Area



RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT  
 Republic of the Philippines

RIVER BASIN MAP

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 SHEET NO. SE-81 OF

## 第2章 フィリピン共和国の一般情勢





## 2.1 人口

フィリピンの国勢調査は国勢統計事務所 (National Census and Statistics Office - NCSO) に依り5年置きに実施されており、最近のものとしては1980年のデータが入手可能である。これに依れば1980年5月1日時点に於けるフィリピンの総人口は約48百万人であり、1960年の調査以来20年間平均 2.9%の増加率を示している。この様な高い人口増加率を背景に、政府は意欲的な「家族計画」を推進しており、この増加率は漸減傾向にあり1970-75年は 2.8%、1975-80年は 2.7%であったNCSOは1990年及び2000年の同国総人口をそれぞれ約61百万人、約75百万人と予測しているが、これは1980年代の増加率を平均 2.3%、又1990年代のそれを 2.0%と想定していることによる。

一方、人口増加率の地域的バラツキも著しく、例えばマニラ首都圏は1960年から1980年の20年間で 4.5%も増加したが、Visayas 地方の Leyte島を含む第8州 (Region VIII) は 1.6%の増加を示すに留まった。この様に都市化現象も徐々に進行しており、1970年の全人口に占める都市人口率が31.8%であったのに対し、1980年には37.8%に上昇している。然しながら、実力大臣を擁する移住・環境省 (Ministry of Human Settlements - MHS) による積極的移住政策もあり、島嶼間の開発移住も多く、今回の計画のサイトであるPalawan 県は最遠隔地域の一つにも拘わらずこの20年間で4.2%もの人口増加率を記録している。

1980年のPalawan 県の人口は約37万人であり (人口密度25人/km<sup>2</sup>)、この内Palawan 本島の人口は約27万人であった。今回の計画地域であるBrookes Point 郡 (Municipality of Brookes Point) 及びBataraza郡 (Municipality of Bataraza) は各々、約46千人、18千人であった。これらの人々の殆どはNatives (後述) を除き、時代の差異はあるがフィリピン各地方からの移住者である。両郡の年平均人口増加率は前者が4.6%、後者が3.0%であったが、後述するように (本章2.3.2)、総合的な開発がこの地域を中心に進められており、今後は過去の趨勢以上の増加率を示すと想定される。

この両郡に関する産業別就業人口数のデータは存在しないが、その殆んどが農業に従事し、一部が漁業及び商業を中心とするサービス部門に従事している。唯一の例外は、今回の計画の実施主体であるRio Tuba鉱山関係者であり、その数は季節労働者及び家族も含めると約 4,000人にも達する。他方、この地域にはNativesと呼ばれるボルネオ系の少数民族が山岳寄り、山中に住んでおり、彼らへの多くは今だに貨幣経済とは無縁な原始的生活を送っている。

## 2.2 社会・経済

### 2.2.1 政治動向

フィリピン共和国は 400年に及ぶスペイン、米国による植民地支配を経て、1946年7月4日、第2次世界大戦の終了とともに立憲共和制国家として独立した。初代のRoxas 大統領以降現在のMarcos大統領に至る歴代各政権は、所属政党及び若干のニュアンスは異りながらも、民間企業重視の資本主義制度の維持、且つ、米国式教育制度の導入を始めとする親米政策の推進に努めて来ている。

1965年の選挙で「新フィリピン主義」を提唱して当選したMarcos大統領は、1969年には史上初の再選を果たしたものの、憲法改正の公約が発火点となり政情不安に陥り、1972年の9月には戒厳令を布告するに至った。以降、同大統領は自らの地歩を強化し、1981年1月17日には、日程を一步繰り上げた形で戒厳令の解除を発表した。

然しながら、第2次石油危機を契機とするフィリピン経済の悪化、更に追い打ちをかけるような形で1983年8月の元上院議員の暗殺事件等により再び政情が不安定になっている。

### 2.2.2 行政

フィリピンの中央政府は総理府 (Office of the Prime Minister) を含む20の省があり、現内閣は1981年7月28日に発足した。これとは別に、同国の経済開発の要ともいべき国家経済開発庁 (National Economic Development Authority) = NBDB) があり、Kapa長官 (Director General) のフィリピン・ナショナル銀行総裁への転出 (1983年3月) により、現在はVirata首相兼財務相 (Minister

of Finance) が兼任している。電力開発を担当する省としては、後述するように国営電力公社 (National Power Cooperation = NPC) を管轄するエネルギー省及び電化管理局 (National Electrification Administration = NEA) を統轄するMHSがある。一方、鉱山開発は天然資源省 (Ministry of Natural Resources = MNR) が管理しており、Palawan 選出のTeodoro Penan 氏が大臣である。このPena大臣は2.5.2で述べるPalawan Integrated Area Development ProjectのCabinet Coordinator も兼務している。これらの省の他に、NEDAが計画全体の調整・統合を行っているとは言うまでも無い。

地方行政機構としては、12のRegion (州) の下に現在73のProvince (県)、更に県庁の下に1,500強のMunicipalities (郡) がある。郡の下にはBarangayと呼ばれる町乃至村がありその数は約40,000強に達する。又、行政単位ではないが、我が国の本州、北海道もしくは関東地方、中部地方に相当するLuzon, Visayas, Mindanaoの3つの地方がある。今回の計画が予定されているTamlang 川 Brookes Point 郡に、又、Rio Tuba鉱山はBataraza郡に位置し、両郡は共にPalawan 県に属している。更にPalawan 県はSouthern Tagalog Region (南Tagalog 州) もしくはRegion IV - A (第4 - A州) とよばれる州を構成している一県であり、この州はLuzon 島のマニラ郊外をも含む西南全域及びMindoro島をも含む広大な面積を有する。

### 2.2.3 経済動向

戦後のフィリピン経済の特質をみると、GNPの占める割合及び就業人口数からいって農業が中心であり、更に農業が先進国向けの輸出作物生産に傾するモノカルチャー的な性格を有している。一方、農業以外では銅、木材、鉄、クロム、ニッケル等の資源が開発され、現在でも同国の重要な輸出商品となっている。しかしながら70年代後半になると、輸入代替産業の成長と新たな輸出品の開発が進み、かつて全体の約8割を占めていた上記の伝統的第一次産品輸出の割合は低下し、(1982年約4割) 代わって繊維、化学製品、電気、電子製品、食品等の工業製品及びバナナ、パイナップルといった非伝統品の輸出が5割強にも達するに至った。特に電気・電子製品の輸出の伸びは著しく、1970年には皆無であったものが

1982年には10億ドルにも達し全輸出中20%も占めるフィリピン最大の輸出産業へと成長している。GNPも1972年のニクソン・ショック以降78年まで年平均6.3%の実質成長を達成、そのうち輸出は年22.6%の高度成長を果たした。

フィリピン経済は、1979年の第2次石油危機のさなかでさえ実質6.0%の成長をみたが、これは他のアジア地域に於ける非石油輸出発展途上国の平均成長率が3.4%であったことと比較しても特筆できるものであった。ところが、1980年代に入ると前述した通り、世界不況の直接・間接の影響を受け、特に農業及びエネルギー消費型の製造業が停滞し、従来の高成長率は鈍化傾向を示し、82年には実質成長率2%と戦後最低を記録した。更に83年には一次産品の市況が回復したにも拘わらず、早害によって結局は輸出増加に結び付かず、成長は一層鈍化の形勢を示した（アジア開発銀行＝ADBの年次報告に依れば1%）。加えて輸出不振によって経常収支が悪化し対外債務が累積した結果、対外借入が困難になり、83年10月の対比諮問委員会では外国政権金融機関に対し、全ての債務の元本返済の繰延べ要請を行った。この為、フィリピン政府は多くの開発計画を翻上げにする一方、ペソの27.3%の切下げ（10月5日）、国内信用の増加率及び輸入の抑制といった一連の緊急財政・金融措置を取るに至った。更に1983年に始まった「5ヶ年開発計画」（Five-Year Philippine Development Plan）も大幅な見直しの必要性が生じ、現在、NEDAを中心にその目標値等について改訂作業が実施されている。

1984年を含めた今後の展望としては、フィリピン農業の早魃からの順調なる回復、及び先進諸国の景気回復に伴う輸出の増加が期待できるが、これを支える政情の安定化が先決であり、1984年5月の総選挙とそれ以後の安定が注目される所である。

#### 2.2.4 Palawan 経済

Palawanの経済は、農業がGDPの基礎であり、これに次ぐものとしてニッケルを中心とする鉱業・林業、漁業が上げられる。加えて、島の経済を期待していた程は潤してはいないものの、脚光を浴びている同島沖の石油開発も忘れてはならない。

主要農産品は米、ココナツ及びとうもろこしである。米は生産量が島内需要を上廻り、従来、全生産量の30%近くが純余剰として他島へ輸出されて来た。然しながら近年、同島の米作は虫害を被り、生産量は停滞し1982,83年は自給すら出来ない状況であった。Palawanには約411万本のココナツが植えられており、コブラの生産量は約54万トンに達している。最大の生産はBrooke's Point郡で全島の36%、約19万トンを生産している。

ニッケル鉱石は同島の数少ない、そして最大の外貨獲得資源であり、大企業としてはRio Tuba鉱山の他、フィリピン最大のSan Miguel財閥系の鉱山がPalawan島南西部Quezon付近にて操業を行っている。林業に関しては大手9企業が約51万haの伐採権を有し操業しており、1981年の生産量は1979年に比較し337%増しの約41万m<sup>3</sup>であった。Palawan島周辺はフィリピンで最も恵まれた漁場であり、1982年7月の時点で約54千トンの漁獲高を記録した。その内35%がマニラ等へ輸送されたが、これはマニラの全供給量の45%にも達するものであった。漁業従事者はPalawan県では農業に次いで多く(特に北部の島嶼部)、世帯数では同島全体の約19%、約14千世帯が漁業から生計を得ている。

他方、工業では木工、貝細工、竹細工等の家内工業及び製材工場を除いては何ら見るべきものが無く、今後の発展が期待されるが、市場面、インフラストラクチャー整備面での限界は否めない状況である。

## 2.3 開発計画

### 2.3.1 「5ヶ年開発計画」

フィリピン政府は現在1983~87年の「5ヶ年開発計画」を策定・実施中であるが、その目標として a) 持続的成長 (Sustainable economic growth), b) 開発果実のより公平なる分配 (more equitable distribution of the fruits of development), そして c) 全人的発展 (total human development) を掲げている。この目標を達成すべく多くのプログラムが組まれており、その実現は国民の生産的、且つ営利的活動への参画を通じて可能になるとしている。そして具体的に対処すべき問題として1) 顕在的・潜在的失業を減らす為の雇用機会の増大、

2) 農業、工業の低生産性を克服する為の資本・技術等のより良い配分、3) 地方・地域格差の是正、4) 輸入石油依存からの脱却、5) 適切な社会資本開発（例として、小水力発電、小規模かんがい、農道、等）、6) 国内財源の活用、7) 人口増加抑制、8) 成長の中核たる民間セクターの活性化、等を挙げている。そして本「5ヶ年計画」策定時点での予測として、計画期間中の実質GNPの伸びを年 6.5%、1987年に於ける名目国民所得を¥13,199と見込んでいる。

エネルギー・セクターに関しては、石油依存の軽減に傾注することになっており、1981年の85.6%の依存率（内・輸入石油依存率は83.8%）を87年の「計画」最終年度迄に44.1%に減らす目標である。この為Palawan 島沖の石油開発を進めるとともに、代替エネルギー、特に水力、地熱、石炭火力等の発電を積極的に推進することになっている。（表2-1参照）計画期間中、国内産石油は日産15千から19千バレルの伸びが期待されるが、これは全石油需要の10%に相当する量である。加えて石油の大口消費工業の石炭への転換も奨励され、これらを通じて輸入石油依存の軽減化が計られることになっている。

表2-1 エネルギー需要 （単位：石油換算 百万バレル）

項目	実績		目標			年平均成長率 1983~87 (%)
	1980	1981	1982	1983	1987	
水力	5.87	6.24	7.78	9.29	15.50	13.7
地熱	3.46	4.62	5.91	6.68	16.53	25.4
石炭	1.04	1.00	6.25	11.63	22.44	17.9
石油	77.26	72.60	72.08	70.33	63.23	(2.6)
原子力	—	—	—	—	6.06	—
	0.02	0.37	1.11	1.61	5.33	34.9
合計	87.65	84.83	93.13	99.54	129.09	6.7
石油依存率 (%)	88.1	85.6	77.4	70.7	49.0	
輸入石油依存率 (%)	83.8	83.8	72.0	65.2	44.1	

出所：「5ヶ年開発計画」

一方、電力消費は1983年から87年の計画期間中、年 8.7%の増加が見込まれており、この需要を満たす為には1983年の5,215 MWの設備能力を50%増大させる必要があり、新規の電力開発は地熱、水力、石炭火力及び原子力発電を中心に進められることになっている。

### 2.3.2 Palawan 統合地域開発プロジェクト (PIADP)

フィリピン政府は地域格差の是正を計る為総理府 (OPM) 内に「統合地域開発協議会 (NACIAD)」 (National Council on Integrated Area Development) を設け、各省の専門家を結集した上で、後進地域の総合開発を目的とした「総合地域開発プログラム」を策定している。現在、Palawan を含む7つの地域のプロジェクトが実施中で、他に7つのプロジェクトが近い将来実施予定になっている。Palawan に於いては同島の約 2/3 を占める南部地域を対象とし Palawan Integrated Area Development Project (PIADP) が着手されている。同プロジェクトは1980年にADB及びUNDPの技術協定の下にフィージビリティ・スタディーが実施され、1982年よりADB及びヨーロッパ経済共同体 (EEC) から総額 US\$55百万の融資を受け、第1期 (1982~88) の建設が進められている。第1期は総人口の大多数を占める農民の生産向上による所得増大、生活改善に主眼が置かれ、以下のセクター及び個別プロジェクトの開発が進められている。

#### I. 農業開発

- A. かんがい： 既存の2,400ha に達する地域かんがいのリハビリテーション及び総面積2,100ha の新たなスキームの建設。
- B. 農業の強化と多様化： 適正な耕作システムの開発、訓練等のエクステンションと支援サービスを実施する為の県農業センター及び8つの地方サービス・センターの設立
- C. 高地安定化プログラム： 少数民族を対象とする各種の支援プログラムの開発と実施。
- D. 家畜開発： 小農の販売・流通を促進する為にか畜資源センターを設立し、同センターによる品種改良研究と普及。
- E. 農業金融： 多毛作に対する融資を含めた現行の融資制度の改善。

## II. 交通開発

A. 道路： Puerto Princesa からBatarazaの先に至る幹線道路及び支線道路について各々 159km, 160kmの補修と建設。

B. 港湾： Puerto Princesa 港とBrookes Point 港の港湾設備の改修と建設。

## III. 衛生設備とサービス

A. マラリア・コントロール： マラリア撲滅サービスの強化

B. 飲料水供給： 地方に於ける飲料水の開発と供給

## IV. その他

A. 土地分類及び権利化, B. 環境調査の実施, C. 適切なるプロジェクト管理の為のプロジェクト事務所の設立

このようにPIADPの第1期は、財源の制約上、住民の所得向上と環境改善に直接的に寄与するプロジェクトが選定、実施されており、電力開発、工業開発は第2期に推進されることになっている。これとは別に、民間セクター、特にフィリピン航空が中心となり、積極的な観光客誘致政策が一方で進められている。

## 2.4 電力

### 2.4.1 電力関係機関

フィリピンの電力事業は、大統領令(1977年10月6日、第1206号)により創設されたMOB(エネルギー省)が管轄しているNPC, MERALCO(マニラ電力会社)およびMHSが管轄しているNBA、民間のElectric Cooperative(電化協同組合)により電力の安定供給の責任を分担している。

NPCは、発送電一元化のもとに、大規模発電および送電事業を行なっている。一方、NBAは、10MW以下(10~20MWはNBAとNPCとの協議による)の発電設備の計画策定および実施とElectric Cooperativeの統轄を行なっている。

配電および販売についてはマニラ首都圏をMERALCOが、その他の地域は、NPCおよびNBAより売電して、それぞれのElectric COOP.が行なっている。また一部のElectric COOP.はディーゼル発電設備を所有して発電を行なっている。



## 2.4.2 電力供給

フィリピン全体の1982年末で、発電設備容量は5,194MWであり、発電電力量は20,906GWHであった。1982年末のフィリピンの発電設備については、表2-2の通りである。また、電力消費量は、MERALCOの配電地域であるマニラ首都圏で9,444GWHであり、Electric COOP.が担当しているその他の配電地域で1,830GWHであった。

NPCの卸売電力量は、マニラ首都圏を含んでいるYuson系統に82.6%、数多くの島々からなるVisayas系統に4.5%、そしてMindanao系統に11.2%の割合であった。これらは、ほぼそれぞれの系統の電力消費量の割合に近いものと推量される。MPCが計画立案し大統領の承認を得た「電力開発10カ年計画」（1981～1990）では、1981から1985年までの伸びは年率7.3%、1986年から1990年は年率7.0%を予測しており、開発の力点を地熱、石炭火力、水力発電の順としている。

## 2.4.3 地方電化

NBAが主管する地方電化計画は、農村の近代化のために必要な電力を供給して灌漑、農業の機械化、農村における中小工業および商業の振興、社会施設の充実等により、農山村全体の社会経済開発の推進を図らんとするものであり、NEDAの支援のもとに進められている。そして、1990年までに、100%の電化を達成することを目標としている。

1982年末現在、112のElectric COOP.があり、地方電化の現状は、表2-3の通りであり、Electric COOP.の状況は、表2-4の通りである。

苦しい経済状況のなかで、伸びは鈍化しているものの、着実に地方電化は進行している。NBAは、電源の開発についても、1982年中に、薪火力発電所を11ヶ所32MW水力発電所を18ヶ所22MWの建設に着手し、地方電化計画の実現に努力している。

## 2.4.4 Palawan島の電力事情

Palawan島においては、PALECOが、電力の発電、配電および販売を行なっているPALECOは、1974年1月に設立され、表2-5のような経歴を有している。販売電力量と供給世帯数は図2-1のように着実な伸びを示している。PALECOの電化状況

を表2-6 に、用途別の需要家数と販売電力を表2-7 に示す。

また、1983年末現在、PALECOはディーゼル発電機を5台6,750KW、13.2KV 配電線を約175kmおよび220V 配電線を約180km所有している。今年中頃までに、13.2KV配電線を約23km延長すべく工事中であり、苦しい経営状態の中で地方電化計画を第一線で推進しているPALECOの努力は、十分に評価されるべきであろう。

Brookes Point 町は、発電所地点の北東約15kmの所に位置し、1982年3月、電力の供給が開始された。Brookes Point 郡における電力事情は、表2-8 の通りであるこのBrookes Point 郡は、フィリピンのなかでも電力消費の少ない Palawan 島においても、電力消費の水準はまだまだ低い状態である。これは、24時間供給体制になっていなかったことも理由の一つと考えられる。1984年3月から、24時間の電力供給となったので、電力消費はかなり伸びるものと思われる。

今回の計画の送電線経過地の一つであるBataraza町では、役場の所有する14KV A のディーゼル発電機で、約80世帯に、夕方から5時間、電気を供給していた。が、経営の悪化から1983年8月から発電を停止している。そのため、住民は非常に困っており、パン屋は5KVA、国道工事事務所は14KVA のディーゼル発電機を自家用として所有している。したがって、送電線経過地は全て無点灯地域ということになる。

なお、Rio Tuba鉱山の社員が住んでいるRio Tuba Town には、自家発電（ディーゼル発電機）により電気が供給されている。

## 2.5 鉱業及び石油

フィリピンは鉱物資源に恵まれ、世界的な規模を誇る銅をはじめ、金、銀、クロム、ニッケル、鉄、亜鉛、石灰石等数多くの鉱産物を産し、政府もこうした資源の調査・開発に年間約3,000万近く予算を投入し、力を注いでいる。主要鉱石の埋蔵量は1981年時点で、銅鉱石43億3,400万トン、鉄鉱石7億8,400万トン、金鉱石19億3,300万トン、クロム鉱9,700万トン、ニッケル17億5,100万トン、石灰石96億3,300万トンとなっている。しかし一部を除き、全般的に鉱脈が小さく品質が劣る場合も多く、国際価格が低迷すると生産コストの見合いから生産を落す傾向にあ

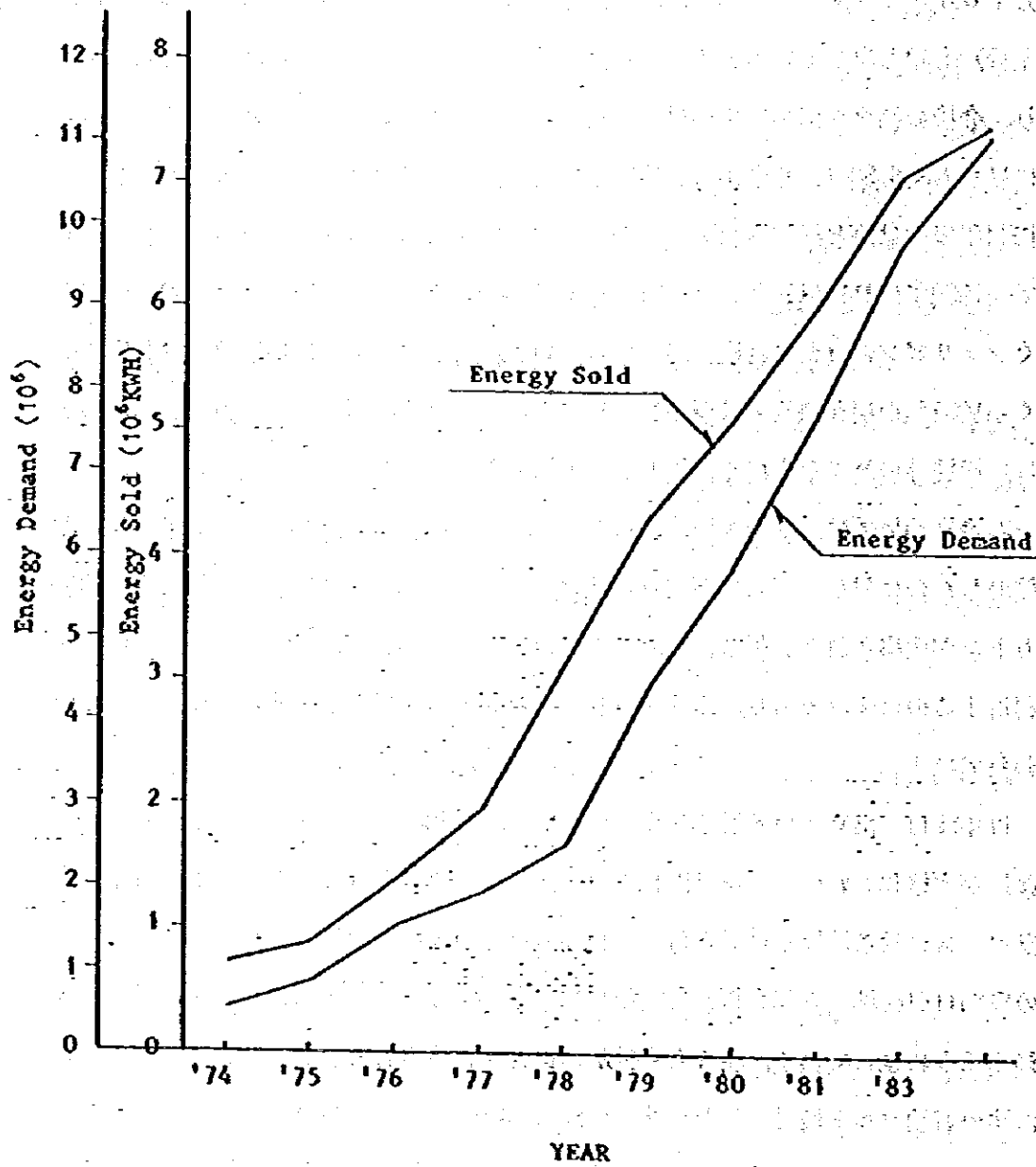
る。

主要鉱産物の一つである銅は、オイルショックの影響で輸出が不振となった1975年及び、銅の国際価格が低迷した77年、暴落した82年を除き着実に増加基調にある。金は銅と並んでフィリピンの10大輸出産物の一つに数えられており、82年には約47万トロイ・オンスを輸出し、FOB 価格で約US\$ 1億 6,900万の外貨（銅輸出高の約半分）を稼ぎ出している。また、クロム鉱は世界最大の埋蔵量を持つといわれており、今後の開発次第では生産量、輸出量共に急増するものとみられている。1982年には鉱石355.50mt. を産出し、内US\$1,500 万が輸出された。一方、ニッケルは1974年以前は殆ど採鉱されていなかったが、以降急速に開発が進められ、金額にして、1980年にP14億3,700 万、81年10億 2,600万を産出し、現在では、銅、金に次ぐフィリピンの重要な鉱物資源となっている。然しながら、付加価値高は非常に低く、1982年の現在価格では銅の1/15でしか無い（生産高は1/4強）。このことは、精錬等の加工が少なく、鉱石として輸出されていることを物語っている。

石炭については、他の鉱物資源の多くが、世界市場の不況の影響を受けて生産が停滞したのに対し、国内需要向けに開発が進められ1982年には前年比90%増の約60万トンが産出された。但し、カロリー等の面で品質が劣り、石炭火力にもそのまま利用するのは困難であり、オーストラリアからの輸入炭と混合する必要があるといわれている。

近年注目を集めている石油生産については、1949年に石油法が制定されて以来、採鉱が本格化しVisayas 及びPalawan の大陸棚で探査が行われていたが、77年に商業ベースに乗る油層が発見され、Palawan 島沖のNido 油田で生産を開始した。その後Matlnloc油田も開発され1982年には年産 360万バレルに達し、国内消費の5%を賄うに至っている。現在も意欲的に探査が進められており、最近Palawan 島北西沖の石油ベルト地帯で新たに2つの油層（Linapacan 1及びSan Martine）が発見された。フィリピン政府は国産石油の開発及び代替エネルギーの転換による輸入石油に対する依存の軽減化に努めている。

Fig. 2.1 ENERGY DEMAND AND ENERGY SOLD BY PALECO



Source: Historical and Statistical Data of PALECO

TABLE 2.2 PHILIPPINE ELECTRIC POWER FACILITIES (1982)<sup>1/</sup>

	POWER GENERATION CAPACITY			
	Capacity (MW)	Percentage (%)	Electric (GWh)	Percentage (%)
<u>Organization</u>				
NPC	4,489	86.4	17,940	85.8
Electric Cooperative	227	4.4	334	1.6
Other	478	9.2	2,632	12.6
Total	5,194	100.0	20,906	100.0
<u>Type of Power Plant</u>				
Hydropower	1,270	24.5	3,965	19.0
Diesel	3,315	63.7	12,883	61.6
Coal	50	1.0	246	1.2
Geothermal	559	10.8	3,812	18.2
Total	5,194	100.0	20,906	100.0

<sup>1/</sup> 1983 Philippine Statistical Year Book,  
and Annual Report of NPC and NEA

TABLE 2.3 RURAL ELECTRIFICATION

Connection	Total Coverage	Number Energized	
Municipalities	1,306	1,148	(87.9%)
Barangaga	32,396	15,768	(48.7%)
Households	5,049,000	2,031,040	(40.2%)

Note: From 1982 to the present

Source: NEA Annual Report, 1982

TABLE 2.4 ELECTRIC COOPERATIVE CONDITIONS

	1980	1981	Rate of Increase	1982	Rate of Increase
No. of Electrified Municipalities	934	1,060	(13.5%)	1,148	(8.3%)
No. of Electrified Barangay	10,955	13,694	(25.0%)	15,768	(15.1%)
Households Demand	1,441,281	1,769,817	(22.8%)	2,031,040	(14.8%)
Peak Load	409,779	505,488	(23.4%)	595,732	(17.9%)
Available Energy	1,531,849	1,909,622	(24.7%)	2,326,624	(21.8%)
Amount of Energy Consumed	1,202,769	1,514,344	(25.9%)	1,829,339	(20.8%)
Rate of Loss (%)	21.5	20.7		21.4	

Source: NEA Annual Report, 1982

HISTORICAL AND STATISTICAL DATA

1974

- January 25, 1974 : Date of Registration
- May 21, 1974 : Date of Loan Signing  
Original Loan - ₱8,500,000
- July 1, 1974 : Turn-over of Puerto Princesa Electric Service Facilities
- November 20, 1974 : Construction of Interim Plant and Distribution System

1975

- January 11, 1975 : First Energization at 12 Hours
- February 11, 1975 : First Energization at 24 Hours

1976

- April 15, 1976 : Start construction of Headquarters

1977

- April 11, 1977 : Blessing of Headquarters
- June 22, 1977 : Provisional Certificate of Franchise  
No. 023 issued
- August 8, 1977 : Completion of Permanent Distribution System
- November 12, 1977 : First Annual General Membership Meeting

1978

- November 11, 1978 : 2nd Annual General Membership Meeting
- December 23, 1978 : Completion of Aborlan Interim Distribution System & Energization

1979

- February 21, 1979 : Blessing of Power Plant officiated by Msgr. Gregorio Espiga with US Ambassador Richard W. Murphy as Principal Sponsor
- June 9, 1979 : Start of Narra Distribution System
- August 8, 1979 : Grant of Permanent Franchise
- August 15, 1979 : Start of Roxas BLDG Project

December 12, 1979: Signing of the following loans:  
Pielstick Loan - ₱ 22,421,533  
Transmission &  
Distribution System - 14,000,000  
(Puerto Princesa, 12,000,000  
Aborlan, Narra ) 6,000,000

### 1980

March 8, 1980 : Narra Energization  
June 5, 1980 : Aborlan Dendro Project Organized  
December 17, 1980: Signing of Dendro Thermal Tree Plantation  
Loan Contract (Aborlan)- ₱4,040,000

### 1981

January 25, 1981: 4th Annual General Membership Meeting  
May 4, 1981 : Iwahig Central Energization

### 1982

February 20, 1982: 5th Annual General Membership Meeting  
February 21, 1982: 1st Annual District Meeting- Narra - Aborlan  
February 20, 1982: PALCO Choral Group born:  
September 23, 1982: Cuyo-Magsaysay granting of Franchise  
March 20, 1982 : Brookes Point Elect its First Director  
March 10, 1982 : Sta. Lourdes Dendro Organized  
July 28, 1982 : Signing of Dendro Thermal Tree Plantation  
Loan (Sta. Lourdes, Puerto Princesa City)  
- ₱4,390,000  
Sept. 1, 1982 : Signing of Loan for Dendro Thermal Power  
Plant, Sta. Lourdes, Puerto Princesa City  
- ₱42,754,000

### 1983

March 26, 1983 : 6th Annual General Membership Meeting  
May 2, 1983 : Father of Palawan Electrification Dies  
- Atty. Francisco Ponce de Leon  
Dec. 31, 1983 : Total Amount of Loan - ₱63,161,554.00  
Total Loan Releases - ₱44,788,785.97



**TABLE 2.6 PALECO ELECTRIFICATION CONDITION**

Discription	Total Number	Energized in 1982	Energized in 1983	(Electirfication Rate)
Munioipalities	6	4	4	(66.7%)
Barangay	142	58	66	(40.8%)
Households	26,000	9,807	11,674	(33.7%)
Peak Load (kW)		2,515	2,725	

Source: NEA Annual Report, 1982  
PALECO Maneger's Report, 1983

**TABLE 2.7 ENERGY DEMAND AND ENERGY SOLD BY PALECO**

End User	Number of (%) End Users		Energy Sold (%)	
Residential	8,808	(75.5)	2,183,154	(29.1)
Commercial	1,898	(16.2)	2,609,506	(34.8)
Industrial	6	(0.1)	698,413	(9.3)
Public Buildings	319	(2.7)	1,861,575	(24.8)
Street Lights	648	(5.5)	146,575	(2.0)
<b>Total</b>	<b>11,674</b>	<b>(100%)</b>	<b>7,499,223</b>	<b>(100%)</b>

Source: PALECO Manager's Report for The Year 1983

**TABLE 2.8 BROOKES POINT MUNICIPALITY ELECTRIC CONDITIONS**

	1982	1983
<b><u>Generator Facilities (kW)</u></b>	450	450
<b>Peak Load (kW)</b>		
<b>Demand (No.)</b>		17.5
- Residential	657	1,003
- Commercial	140	257
- Industrial	-	-
- Public Buildings	22	37
- Street Lights	12	10
<b>Total</b>	831	1,307
<b><u>Energy Supplied (MWh)</u></b>	106,480	245,823
- Residential	63,906	136,021
- Commercial	34,285	87,523
- Industrial	-	-
- Public Buildings	6,954	20,586
- Street Lights	1,335	1,693

### 1. 研究の目的

本研究の目的は、Rio Tuba 鉱山の地質学的特徴を明らかにし、その成成り過程を解明することである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

## 第3章 Rio Tuba 鉱山

本鉱山は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。

地質学的特徴として、本鉱山は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

本鉱山の地質学的特徴は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

本鉱山の地質学的特徴は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

本鉱山の地質学的特徴は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

本鉱山の地質学的特徴は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。

本鉱山の地質学的特徴は、Rio Tuba 地区に位置し、その地質学的特徴は以下の通りである。また、鉱床の賦存状況と採掘可能性についても検討する。



### 3.1 沿革および将来

Rio Tuba鉱山開発の歴史は比較的新しく、1969年米国U.O.P.社とフィリピン資本の合併としてRio Tuba, ニッケル鉱業株式会社 (Rio Tuba Nickel Mining Corporation) の設立、それに続く同社による精査探鉱に事実上始まる。

1971年には、最も重要な需要先と期待できた日本グループ (大太平洋金属Pacific Metals Corp., Ltd., 日本鉱業Nippon Mining Co. Ltd., 住友金属鉱山Sumitomo Metal Mining Corp., Ltd.) に対して 200万乾量トン/年のフィージビリティ・スタディを依頼、翌72年にレポートが完成し、その結果Rio Tuba社は申請済みの 110 鉱区に加えて新たに 285鉱区の追加申請を行った。1973年には太平洋金属株式会社が、米国U.O.P.社保有のRio Tuba社の株式 (総株数の40%) を全株取得し、U.O.P.社に替わって株主の一員に加わるとともに、我が国コンサルタントに対し再度、開発の基本計画策定の為のフィージビリティ・スタディーを依頼した。同レポートの骨子は年産 100万乾量トンであったが、1974年の石油ショックに伴う経済環境の変化に対応し、Rio Tuba社と太平洋金属で構成された技術委員会 (Technical Committee) は年50万乾量トン生産及び全量日本への輸出という開発基本計画を策定した。1975年3月には、新日本製鉄 (Nippon Steel Corp.)、日新精鋼 (Nisshin Steel Co., Ltd.)、日商岩井 (Nissho Iwai Corp.) が新たにRio Tuba社に対する資本参加を決定し (日本側シェアのそれぞれ13%、10%、10%、残り67%が大太平洋金属)、投資理事会 (Board of Investment - BOI) の本免許を受け、同社は必要な登録業務を全て完了、開発に取りかかった。

1975年6月には日本輸出入銀行 (Export-Import Bank of Japan) よりの融資をうけ建設を開始、翌76年12月には主要鉱山設備の建設を完了した。又、同じく国際協力事業団より鉱山の関連施設に対する融資が供与され、タウン・サイトと呼ばれる社宅地域に於ける病院、学校、体育館等が整備された。そして1977年1月から操業を開始し、4月には大太平洋金属八戸工場向けに最初の鉱石 (22,000湿量トン (W.T.)) が輸出された。

その後数年は順調に操業を続けたが、第2次石油ショックに端を発する世界不況

の影響を受け、Rio Tuba社は需要の低迷に直面した。ニッケルの国際価格の下落（下表3-1参照）にも拘わらず需要の回復は遅く、これに応じて同社は1979年の生産量をピークとして漸次生産量を減らすことを余儀なくされており、（表3-2参照）と同時にコスト軽減を計る為に、それ迄ディーゼル発電機にて電力を供給していた鉱石乾燥用ドライヤーの運転を中止し、全量天日乾燥法による生産、及び水分を可成り含んだままでの鉱石輸出に切り換え現在に至っている。

このように従来は、Rio Tuba鉱山のニッケルは鉱石のまま日本へ輸出されて来たが、日本に於ける電力料金及び日本迄の輸送費の上昇（因みに鉱石中のニッケル含有量は5%以下であり、いわば上を運んでいるようなものである）に加え、フィリピン側の現地にて付加価値を高めたいという意向も強く、Rio Tuba社と大平洋金属は、新方式による現地精練計画を考慮することになった。現在この精練計画はその方式、設備規模、等について検討中の段階であり、未確定の部分も多いが、いずれにせよ、非常に多量の電力（鉱山全体で尖頭負荷 7,500kW程度）を必要としている。従ってRio Tuba社は、既述の現有ディーゼル発電機の水力への転換によるコスト軽減化に加え、この新精練計画に必要な電気も安価な水力発電によって供給したいと考えている。

一方、Rio Tuba鉱山の1983年現在における開発対象可採鉱量は、品位が相対的に高いGuintalungan鉱体のみに限定しても2,300万湿量トン有り、ニッケル世界市場の回復、もしくはニッケルの稀少化が進行すれば、開発対象鉱区は更に広がり、今後数十年の操業は十分に期待できる。

## 3.2 電気設備および電力需給

### 3.2.1 電気設備

Rio Tuba鉱山には、プラントサイトに、700kW 3台のディーゼル発電機が、ピアースサイトに、160kW 1台と 50kW 1台のディーゼル発電機がある。プラントサイトのディーゼル発電機は、1976年に製造され、エンジンは新潟鉄工製、発電機は神綱電気製である。制御盤は神綱電気が、開閉キュービクルは明電舎が製作している。また、4.16KVおよび230Vの配電線が約6.5kmある。

これらの設備およびその他電気設備の運転、保守を、部長以下の総勢32名3

交替で行なっている。ディーゼル発電機のオーバーホールも運転時間 3,000時間ごとに実施されており、1983年9月から10月にかけて、27,000時間のオーバーホールが実施された。全般的に電気関係の保守状態は良好であり、補修技術もかなりなものを持っている。

プラントサイトおよびピアースサイトの単線結線図は、図3-1の通りである。

なお、プラントサイトとピアースサイトの電気系統は連系されていない。

### 3.2.2 電力状況

Rio Tuba鉱山は、1977年の操業開始以来、生産コストの削減に努めてきた。その一環として、1979年から、天日乾燥を開始し、1982年7月以降は、ドライヤーの熱源を電力からC重油に切替えた。その結果、尖頭負荷も、それまでの約1,100KWから約310KWと大幅に減少し、ディーゼル発電機も3台のうちの1台のみの運転となっている。また、ディーゼル発電機の燃料も軽油からC重油へと移行させ、電力コストの削減に努力している。

Rio Tuba鉱山の電力状況を図3-2に、最近の日負荷曲線の例を図3-3に示す。

表3-1 ニッケル国際価格の推移

	INCO (¢/lb) (a)	カナダ生産者価格 (\$/MT) (b)	商業市場価格 (\$/MT) (c)
1975	207.3	4,570	4,155
76	225.3	4,970	4,573
77	241.0	5,200	4,579
78	公表中止	4,610	4,254
79	280.5	5,990	5,642
80	342.9	7,530	6,783
81	345.0	7,560	6,736
82	320.0	7,065	5,132
83	320.0	7,063	4,802
84※	-	7,273	5,510
85※	-	7,494	6,171
90※	-	11,708	-
95※	-	17,965	-

出所(a)「鉱業便覧・昭和58年度版」 (b), (c)Commodity Price, World Bank, 1984 Jan.

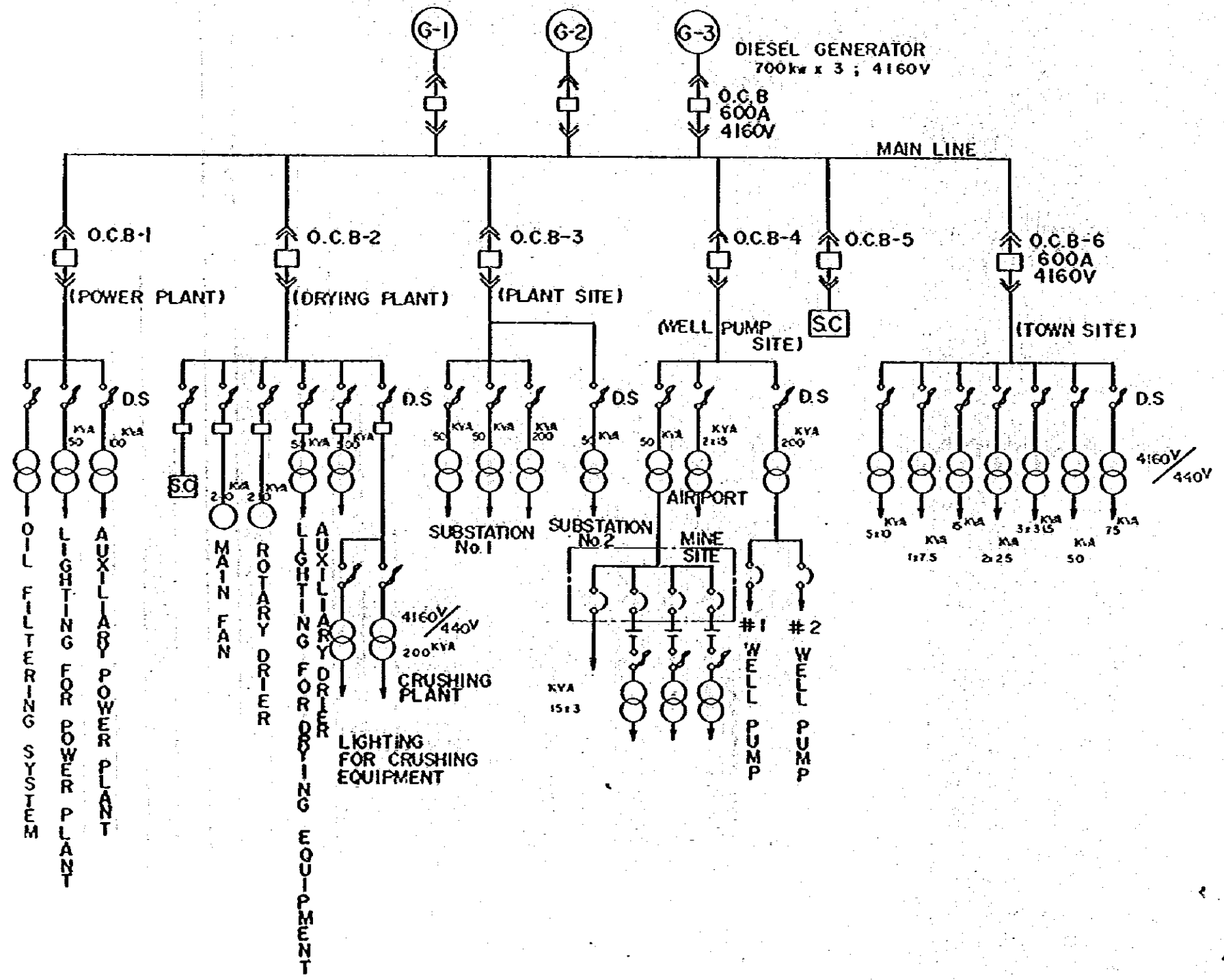
表3-2 Rio Tuba社の生産、販売及び財務状況の推移

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
生産量 (WMT)	472,198	644,443	759,839	675,223	542,737	474,506	421,004
販売量 (WMT)	375,735	661,937	729,367	601,449	631,421	431,112	437,036
販売高 (US \$,000)	8,130	9,843	13,543	17,958	16,251	9,897	6,340
税引前純利益 (%)	128	2,330	1,924	3,297	144	△ 950	△ 278

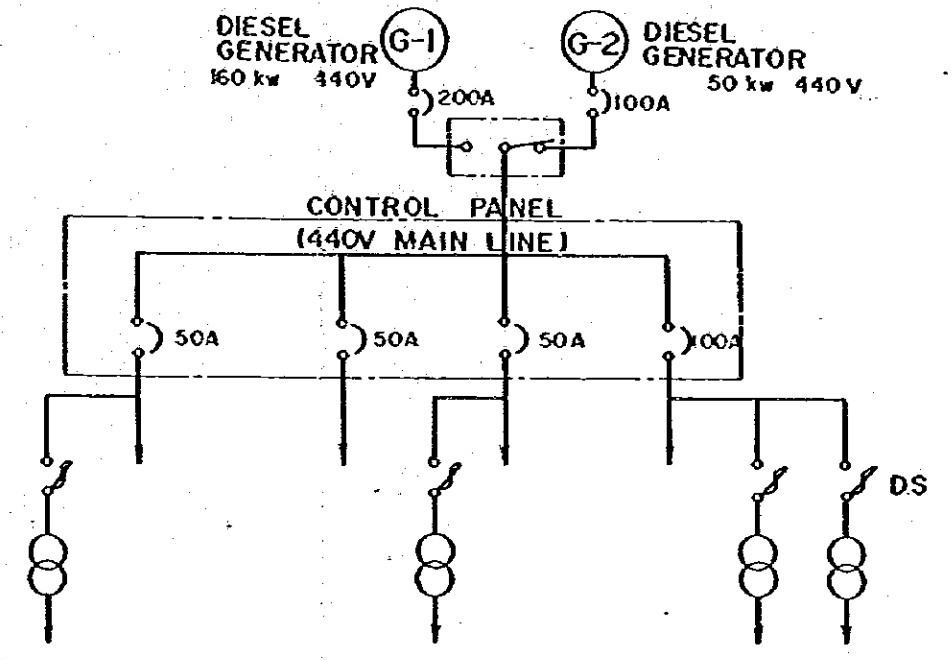
出所：大平洋金属株式会社



PLANT SITE SINGLE LINE DIAGRAM



PIER SITE SINGLE LINE DIAGRAM



RIO TUBA HYDROPOWER PROJECT		
Republic of the Philippines		
SINGLE LINE DIAGRAM FOR PLANT AND PIER SITE		
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
DWG. NO.	SHEET	OF

Fig. 3.2 RIO TUBA MINE

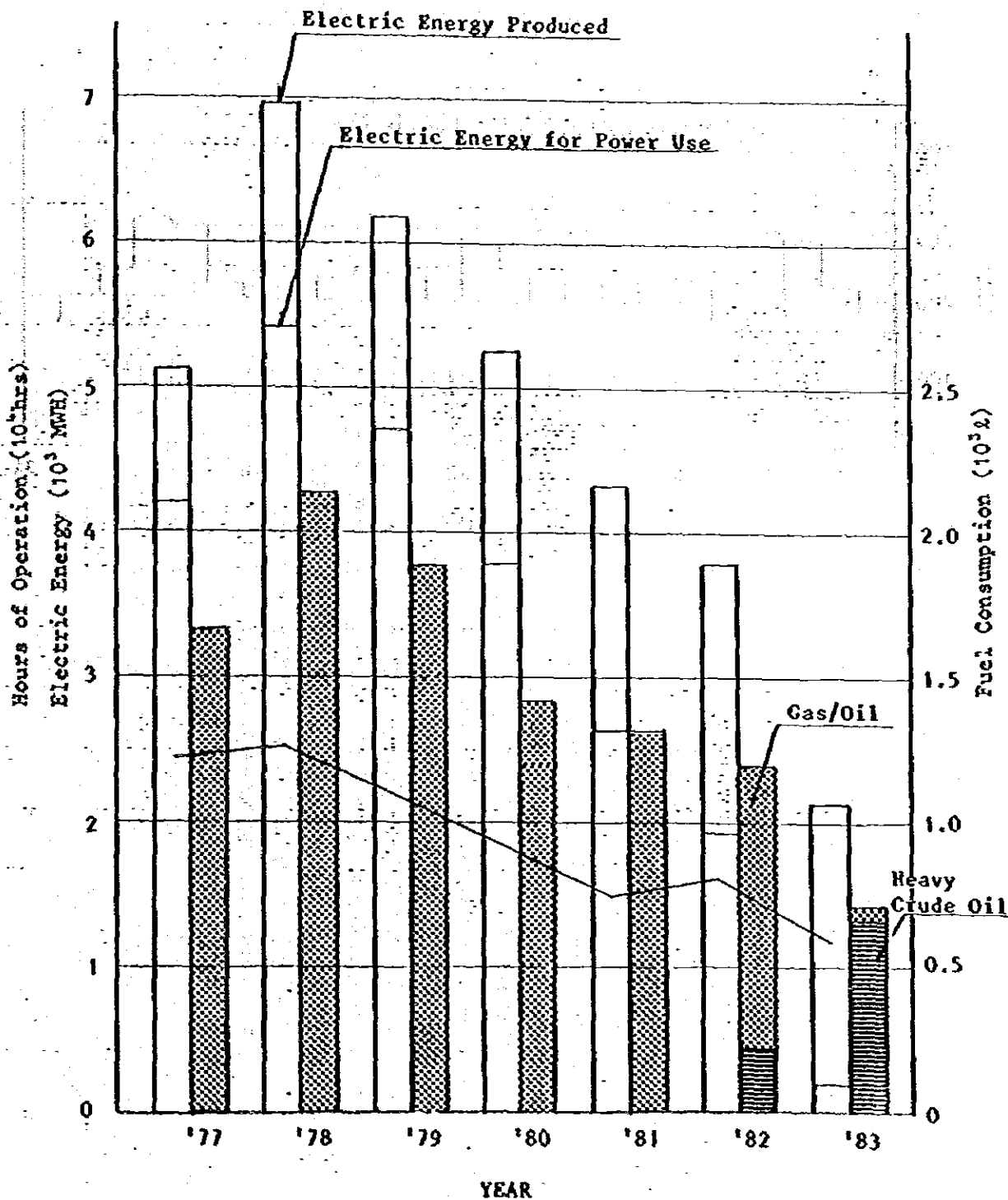
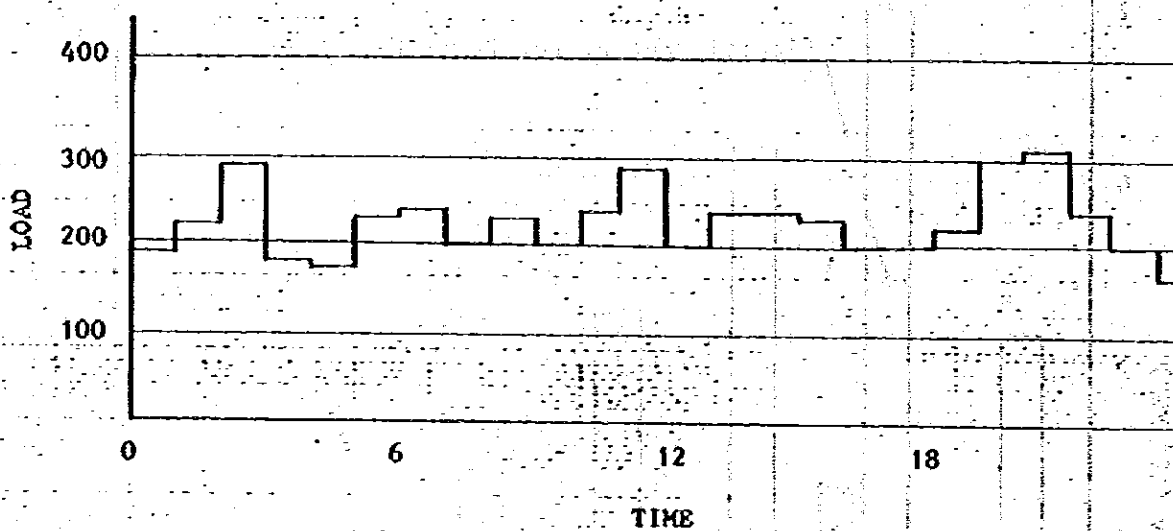


Fig. 3.3 DAILY LOAD CURVE (JAN 30, 1983)



## 第 4 章 電力需要想定

電力需要想定は、電力需要の予測を目的として、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することである。

電力需要の発生要因は、人口、産業、商業、住宅、公共施設などであり、電力需要の発生状況を予測するためには、これらの発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。

電力需要の発生状況を予測するためには、電力需要の発生要因を分析し、電力需要の発生状況を予測することが必要である。



## 第4章 電力需要想定

### 4.1 需要想定の目的

Tawlang 川に建設される最大出力 3,800KWの水力発電所の発生電力を34.5KV、恒長44kmの送電線により、Rio Tuba鉱山に供給すると共に、このうちのいくらかの電力を、送電線経過地を主とする無点灯火村落に供給し、地方電化計画および民生の向上に貢献することを、あわせて目的としている。

従って、電力需要想定は以下のことを主眼とする。

- (a) 新たに電化される町村の電力需要を想定し、PALECOとRio Tuba鉱山との電力配分を決定する。
- (b) Rio Tuba鉱山の電力需要について2、3のケースを想定し、研究中の今後の電気製錬の具体化の一助に資する。

### 4.2 民生用電力の検討

#### 4.2.1 現況

発電所地点から北東約15kmの所に、Brookes Point 郡の郡役所の所在地であるBrookes Point 町がある。同町の人口は約 6,000人で、今回の計画対象地域のかなかでは、割に人口の集中した町である。1982年3月からPALECOにより、電気の供給が開始され、現在、その範囲は、同郡の11の町村におよんでいる。Brookes Point 郡における電力事情は、2.4.4に記述した通りである。一方、これらの電気を発電しているPALECOの所有するディーゼル発電機は2台で、1台は1945年製 300KW、他の1台は1969年製 150KWである。

また、本水力発電所の運転開始予定の1988年までには、PALECOの電力系統は、Brookes Point 郡およびNaraa 郡、Aborlan郡、Quezon郡が連系拡大される予定である。なおBrookes Point 町より以南、Rio Tuba鉱山迄の町村は全て無点灯地域である。

#### 4.2.2 住民の要望

Bataraza郡、12町村で、町村長選定の村落の高中低所得世帯に対して、電化

に対する要望、収入および燃料関係を主とした個別聴取調査を実施した。

その結果、月に 1.6 ~ 18ℓ の灯油を使用し、14~158 ペソを照明のために支出していた。使用量の平均は、月に 3ℓ、26.4ペソであった。この他に、ラジオ用の乾電池の支出が約60%の家で平均15ペソあった。また、電気が供給されれば、引き込み使用したいと希望する声が多かった。一方、PALECOの最低電気料金は現在、31.1ペソ（12KWH まで）であることから、電気料金の支払い能力は十分に持っていると思われる。灯油から電気に転換することにより、特に最下層の家庭に於ける支出が若干増える場合もあるが、この最低電気料金にてランプに比べ 2~3 倍、長時間の証明が可能である。

なお、PALECOは配電線からの引込み亘長 45mと積算電力計の費用を負担している。配電線から離れていても 45m × 受電申込軒数 の引込み線の費用は、PALECOが負担するといった住民が電化し易い施策を実施している。

#### 4.2.3 民生用電力の需要想定

民生用電力需要は、下記の条件の下に、各町村ごとに積み上げ想定を行った。

(1) 電力供給対象町村は、次の通りとした。

Brookes Point 郡  
(Brookes Point 町以南)

Tublub

Oringoring

Tagperara

Soraza

Samariniana

Salogon

Malis

Bataraza 郡

Inogbong

Bataraza

Bcnobono

Malihod

Bulalacao

Tarusan

Sandoval

Colandanum

Rio Tuba

Ocayan

Iwahlg

Igangigang

Sarong

(2) 発電所の運転開始は、1988年4月とし、20年間にわたり需要想定を行った。

(3) 住宅用電力の需要は以下の前提により想定した。

(a) 人口； 人口の伸び率は、過去の伸び率およびPIADPによる道路整備、電化による移住等を考慮して、町村ごとに推定した。

(b) 世帯数； 世帯数は、人口を1世帯当り人数で除して求めた。1世帯当り人数は、Brookes Point 郡は 5.2人、Bataraza郡は 4.7人とした。

(c) 電化開始年； 送電線からの距離および町村の大きさ等から想定した。

(d) 電化率； 町村ごとに当初電化率を想定し、2年間は10%の伸び、それ以降は一定とした。それは、町村の中心部から離れた山間部の小さな集落あるいは単独の家屋に対する電気の供給は難しいと思われるからである。このことは、NEAの目標である1990年までの全地域電化の難しいことを意味している。

(e) 電化世帯数； 電化世帯数は、世帯数に電化率を乗じて求めた。

(f) 世帯当りの尖頭負荷； 所得階層別に使用する電気器具を想定し、1世帯当りの当初の平均尖頭負荷を 80Wとした。また、尖頭負荷の伸び率は4%とする。

(g) 負荷率； 住宅用電力の使用状況を想定して負荷率を30%とした。

(4) 商業用需要および公共建物、街路灯、軽工業などの電力需要は、住宅用需要と同様に、需要家数と需要家当りの尖頭負荷より想定した。

(a) 需要家数； 住宅用需要家数の5%とする。

(b) 需要家当りの尖頭負荷； 需要家当り170Wとし、尖頭負荷の伸び率は5%とした。

(c) 負荷率； 使用状況を想定して35%とした。

(5) Brookes Point 町を含めてその以北の需要は、PALECOの想定では発電所の運転開始時には約800KWとなっているが、Brookes Point 町に据付けられているPALECOのディーゼル発電機の出力に相当する 450KWを賄うものとした。また、負荷率は32%とし、年間使用電力量は1,261MWhとした。



民生用電力の需要想定は表4-1 に、Brookes Point町以南の電力需要想定は表4-2 に、町村別電化世帯数を表4-3 に示す。

### 4.3 Rio Tuba鉱山用電力の検討

#### 4.3.1 現況

Rio Tuba鉱山は、1977年の操業開始以来、電力消費の大部分を占める鉱石乾燥のためのドライヤーの電力消費の削減のため、1979年から天日乾燥を開始し、さらに1982年7月以降はドライヤーの熱源を電気からC重油に切替えなどを実施した。その結果、鉱山用電力の使用量の大幅削減に成功した。同時に、従業員に対しても、住宅用の電力消費の規制を行ない、尖頭負荷も、約1,100KWから約310KWと大幅に減少し、ディーゼル発電機も3台のうち1台のみの運転となっている。

Rio Tuba鉱山の電力現況は図4-1 の通りである。

#### 4.3.2 鉱山用電力の需要想定

Rio Tuba鉱山はニッケル鉱石の付加価値を高めるべく製錬等の設備増強計画を研究中である。

従って、製錬設備の電力需要が現段階では必ずしも明確で無いので、次の3つのケースについて需要想定を行なった。

##### (1) ケース1

鉱石の乾燥を現在の天日乾燥から、従来のようにドライヤーによる乾燥を再開する。

##### (2) ケース2

水力発電所で発電される電力を最大限利用できる範囲で設備の新設を行う。

##### (3) ケース3

電気製錬等の設備を新設する。

### (1) ケース1

次の条件により行なった。

(1) 需要想定期間は、1984年から2007年までの24年間とした。

(2) ドライヤーの電力使用量は、水力発電所が運転開始までは、現在の200MW一定とした。運転後の1988年からは、雨期にはドライヤー乾燥を行ない、乾期は天日乾燥を行なうものとし、その電力使用量は1980年の水準3,793MWとした。これはドライヤーの設備稼働率50%弱に相当する。

(3) ドライヤー以外の電力使用量は、1987年までは4%、1988年から1997年までは8%、その後は節約の努力があるものとして4%の伸び率とした。また、尖頭負荷の伸び率は電力使用量と同じとした。

その結果は、表4-4の通りである。

### (2) ケース2

次の条件により行なった。

(1) 需要想定期間は、1988年から2007年までの20年間とした。

(2) 尖頭負荷は、民生用の電力供給および送電線等による損失を考慮して、従業員の住居を含めて全設備で3,450kWとした。設備運用の合理化等があるものとして、20年間、尖頭負荷の伸びはないものとした。

(3) 電力使用量は、需要率を65%として、19,645MW一定とした。

### (3) ケース3

次の条件により行なった。

(1) 需要想定期間は、1988年から2007年までの20年間とした。

(2) 尖頭負荷は、ケース2と同様な考え方で、8,500kWとした。

(3) 電力使用量は、需要率を80%として、59,568MW一定とした。

## 4.4 民生用電力と鉱山用電力の配分

4.2.3 および4.3.2 で検討した2007年までの民生用および鉱山用の電力需要想定

のまとめを表4-5 に示す。

民生用電力需要は、水力発電所の運転開始後10年目で、尖頭負荷は 999KW、電力使用量は2,844MWhとなる。これらは、発電所の最大出力3,800KW の26.3%であり、利用可能水力発電量 19,087MWhの14.9%となり、今回の計画目的から妥当なものと考えられる。

従って、PALECOは、1997年までは想定した電力を、それ以降は尖頭負荷で1,000KW、電力使用量で年間 2,844MWh を最大として優先的に利用できるものとする。

#### 4.5 鉱山用電力の需給バランス

Rio Tuba鉱山の電力の需給バランスは、下記の条件を想定して検討した。

- (1) 今回のプロジェクトの水力発電所の運転開始は1988年4月とした。
- (2) 民生用電力として、1997年までは想定した電力を供給し、それ以降は電力として 1,000KW、使用電力量として年間2,844MWhを供給する。
- (3) 変圧器および送電線による損失を考慮した。
- (4) ピアースサイトに設置されているRio Tuba鉱山のディーゼル発電機は、供給力として考慮しない。
- (5) プラントサイトに設置されるRio Tuba鉱山のディーゼル発電機は、運転状況保守状態の良好さから、1997年まで使用されるものとした。
- (6) ディーゼル発電機のオーバーホール等の定期点検は豊水期に実施されるものとした。

Rio Tuba鉱山が利用可能な水力発電所の発電量は表4-6の通りである。

##### 4.5.1 ケース1

ケース1の需給バランスは表4-7の通りである。この場合は、電力で2,173 KW~ 1,755KW、電力量で11,458MWh ~5,727MWhの余剰が出る。従って、Rio Tuba鉱山で需要を喚起する施策あるいは設備の新設等を計画する他、PALECOにより多く電力を供給する等、新たな需要の創出を計画する必要がある。

##### 4.5.2 ケース2

ケース2の需給バランスは表4-8の通りである。今回の計画の発電所は銅

整池式で、週間程度の調整能力を持っているが、洪水期等には、民生用が優先されるため、Rio Tuba鉱山が使用できる常時電力がなくなることが起こりうる。

需要電力の不足分は、既設ディーゼル発電機の運転で補なうことができるが、尖頭負荷は単純計算では1,350KW 不足することになるので、設備の稼働をできるだけ、水力発電所の運転状態に合わせて行なうことにより既設のディーゼル発電機で需給バランスを取り得るものとする。

#### 4.5.3 ケース3

ケース3の需給バランスは表4-9の通りである。この場合は、電力で6,400 KW、電力量で33,014MWh ~34,127MWh が不足する。ケース2の場合同様、設備の稼働を水力発電所の運転状態に合わせて、不足分を供給する他の電源の規模をできるだけ小さいものにして、需給のバランスをはかるものとする。

Fig. 4-1

### ENERGY DEMAND OF RIO TUBA MINING CORPORATION

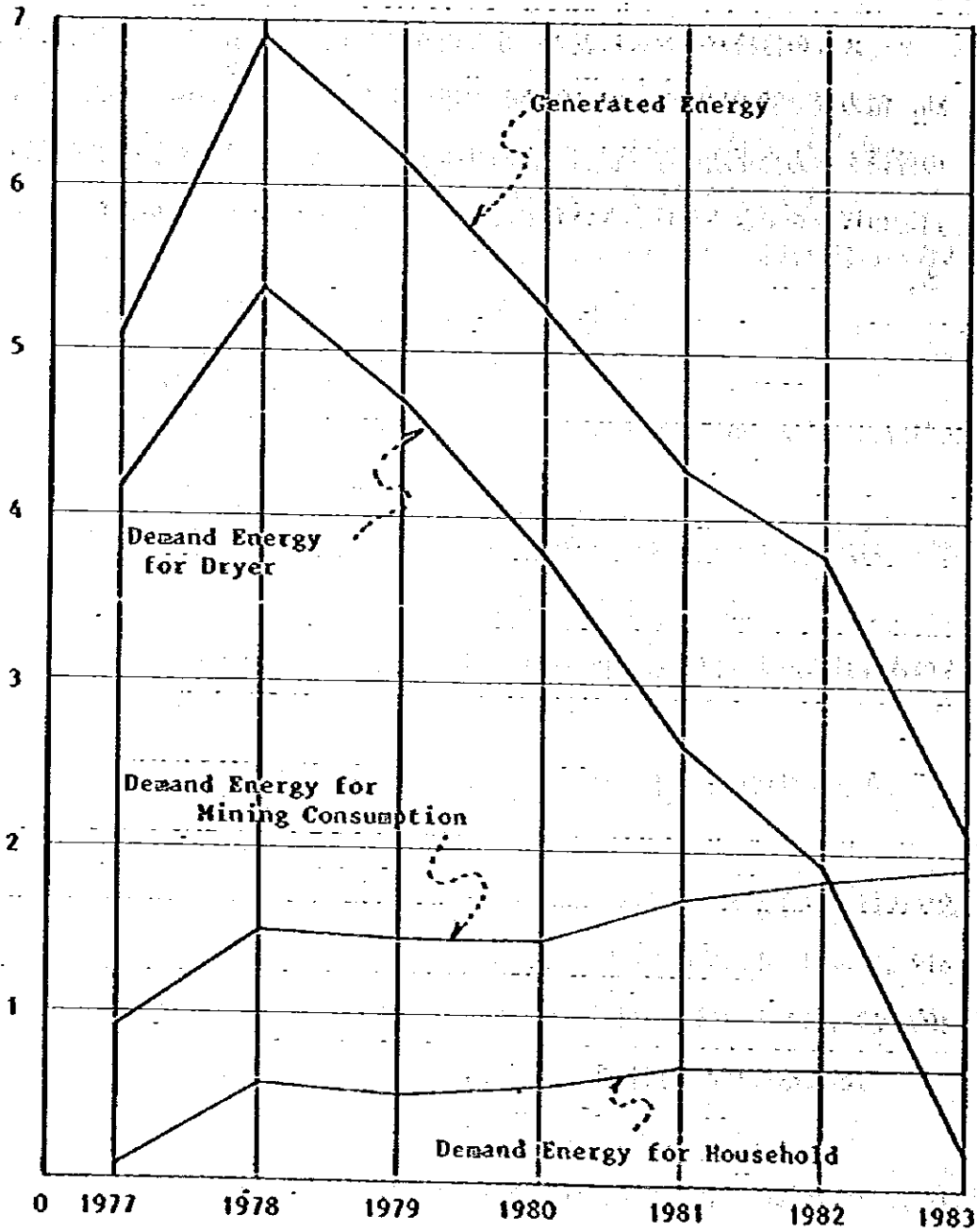


Table 4-1

DEMAND FORECAST FOR RURAL ELECTRIFICATION

Year	North of Brookes Point Including B.P. Town			South of Brookes Point Town			Total
	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	
1988	450	1,261	164	470	614	1,731	
1989	450	1,261	227	652	677	1,931	
1990	450	1,261	291	833	741	2,094	
1991	450	1,261	332	951	782	2,212	
1992	450	1,261	369	1,058	819	2,319	
1993	450	1,261	401	1,152	851	2,413	
1994	450	1,261	434	1,248	884	2,509	
1995	450	1,261	469	1,349	919	2,610	
1996	450	1,261	506	1,457	959	2,718	
1997	450	1,261	549	1,583	999	2,844	
1998	450	1,261	590	1,703	1,040	2,964	
1999	450	1,261	639	1,854	1,089	3,106	
2000	450	1,261	690	1,992	1,140	3,253	
2001	450	1,261	745	2,157	1,195	3,418	
2002	450	1,261	808	2,338	1,258	3,599	
2003	450	1,261	870	2,521	1,320	3,782	
2004	450	1,261	942	2,729	1,329	3,990	
2005	450	1,261	1,017	2,949	1,467	4,210	
2006	450	1,261	1,097	3,186	1,547	4,447	
2007	450	1,261	1,189	3,457	1,639	4,718	

Table 4-2

ESTIMATED MAXIMUM POWER DEMAND AND ENERGY DEMAND FOR SOUTH OF BROOKES POINT TOWN

RESIDENTIAL  
 INCREASE RATE OF DEMAND 4%  
 LOAD FACTOR 30%  
 COMMERCIAL, PUBLIC BUILDINGS AND STREET LIGHTS  
 INCREASE RATE OF DEMAND 5%  
 LOAD FACTOR 35%

YEAR	RESIDENTIAL					
	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED HOUSEHOLD	AVERAGE DEMAND	PEAK DEMAND	ENERGY DEMAND
1 1988	24,802	5,047	1,984	25W	159KW	4187RAH
2 1989	25,733	5,233	2,652	33W	220KW	5787RAH
3 1990	26,706	5,430	3,244	37W	282KW	7417RAH
4 1991	27,715	5,632	3,562	40W	321KW	8447RAH
5 1992	28,770	5,848	3,795	44W	357KW	9387RAH
6 1993	29,862	6,067	3,995	47W	388KW	1,0207RAH
7 1994	30,996	6,297	4,160	50W	420KW	1,1047RAH
8 1995	32,173	6,536	4,319	53W	453KW	1,1907RAH
9 1996	33,405	6,783	4,482	56W	489KW	1,2857RAH
10 1997	34,680	7,040	4,652	59W	530KW	1,3937RAH
11 1998	36,010	7,307	4,828	62W	570KW	1,4937RAH
12 1999	37,387	7,586	5,014	65W	617KW	1,6217RAH
13 2000	38,822	7,875	5,205	68W	666KW	1,7507RAH
14 2001	40,315	8,175	5,405	71W	719KW	1,8907RAH
15 2002	41,868	8,485	5,609	74W	780KW	2,0507RAH
16 2003	43,483	8,814	5,827	77W	839KW	2,2057RAH
17 2004	45,159	9,149	6,050	80W	908KW	2,3867RAH
18 2005	46,906	9,503	6,285	83W	980KW	2,5757RAH
19 2006	48,723	9,866	6,525	86W	1,057KW	2,7797RAH
20 2007	50,612	10,247	6,775	89W	1,145KW	3,0037RAH

YEAR	COMMERCIAL			TOTAL	
	NUMBER	AVERAGE DEMAND	PEAK DEMAND	ENERGY DEMAND	ENERGY DEMAND
1 1988	99	170W	17KW	527RAH	164KW 4707RAH
2 1989	133	179W	24KW	747RAH	227KW 6527RAH
3 1990	162	187W	30KW	927RAH	291KW 8337RAH
4 1991	178	197W	35KW	1077RAH	332KW 9517RAH
5 1992	190	207W	39KW	1207RAH	369KW 1,0587RAH
6 1993	200	217W	43KW	1327RAH	401KW 1,1527RAH
7 1994	208	228W	47KW	1447RAH	434KW 1,2487RAH
8 1995	216	239W	52KW	1597RAH	469KW 1,3497RAH
9 1996	224	251W	56KW	1727RAH	506KW 1,4577RAH
10 1997	233	264W	62KW	1907RAH	549KW 1,5837RAH
11 1998	241	277W	67KW	2057RAH	590KW 1,7037RAH
12 1999	251	291W	73KW	2247RAH	639KW 1,8457RAH
13 2000	260	305W	79KW	2427RAH	690KW 1,9927RAH
14 2001	270	321W	87KW	2677RAH	745KW 2,1577RAH
15 2002	280	337W	94KW	2887RAH	808KW 2,3387RAH
16 2003	291	353W	103KW	3167RAH	870KW 2,5217RAH
17 2004	303	371W	112KW	3437RAH	942KW 2,7297RAH
18 2005	314	390W	122KW	3747RAH	1,017KW 2,9497RAH
19 2006	326	409W	133KW	4087RAH	1,097KW 3,1867RAH
20 2007	339	430W	146KW	4487RAH	1,189KW 3,4577RAH

Table 4-3  
1 of 4

PERCENTAGE OF ENERGIZED HOUSEHOLDS FOR TOWN AND RURAL COMMUNITIES

TUSTUS				SAPHRINIANK				TAGPERRAK				
INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				
YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	
1	1988	1,082	208	40%	1988	795	153	40%	1988	1,236	238	40%
2	1989	1,130	217	50%	1989	800	160	50%	1989	1,290	248	50%
3	1990	1,179	227	60%	1990	866	167	60%	1990	1,347	259	60%
4	1991	1,231	237	60%	1991	905	174	60%	1991	1,406	270	60%
5	1992	1,285	247	60%	1992	944	182	60%	1992	1,468	282	60%
6	1993	1,342	258	60%	1993	986	190	60%	1993	1,533	295	60%
7	1994	1,401	269	60%	1994	1,029	198	60%	1994	1,600	308	60%
8	1995	1,463	281	60%	1995	1,075	207	60%	1995	1,671	321	60%
9	1996	1,527	294	60%	1996	1,122	215	60%	1996	1,744	335	60%
10	1997	1,594	307	60%	1997	1,171	223	60%	1997	1,821	350	60%
11	1998	1,664	320	60%	1998	1,223	235	60%	1998	1,901	366	60%
12	1999	1,738	334	60%	1999	1,277	246	60%	1999	1,985	382	60%
13	2000	1,814	349	60%	2000	1,333	256	60%	2000	2,072	399	60%
14	2001	1,894	364	60%	2001	1,391	268	60%	2001	2,162	416	60%
15	2002	1,977	380	60%	2002	1,453	279	60%	2002	2,259	434	60%
16	2003	2,064	397	60%	2003	1,517	292	60%	2003	2,358	453	60%
17	2004	2,155	414	60%	2004	1,583	304	60%	2004	2,462	473	60%
18	2005	2,250	433	60%	2005	1,653	318	60%	2005	2,570	494	60%
19	2006	2,349	452	60%	2006	1,726	332	60%	2006	2,683	516	60%
20	2007	2,452	472	60%	2007	1,802	347	60%	2007	2,801	539	60%

ORINGORING				SARAZA				SARLISON				
INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%				
YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	
1	1988	1,310	233	40%	1988	2,258	434	40%	1988	2,272	437	40%
2	1989	1,371	244	50%	1989	2,337	450	50%	1989	2,372	456	50%
3	1990	1,431	275	60%	1990	2,461	473	60%	1990	2,476	476	60%
4	1991	1,494	287	60%	1991	2,569	494	60%	1991	2,585	497	60%
5	1992	1,560	300	60%	1992	2,682	516	60%	1992	2,699	519	60%
6	1993	1,628	313	60%	1993	2,800	538	60%	1993	2,818	542	60%
7	1994	1,700	327	60%	1994	2,924	562	60%	1994	2,942	566	60%
8	1995	1,775	341	60%	1995	3,052	587	60%	1995	3,071	591	60%
9	1996	1,853	356	60%	1996	3,187	613	60%	1996	3,205	617	60%
10	1997	1,935	372	60%	1997	3,327	640	60%	1997	3,347	644	60%
11	1998	2,020	388	60%	1998	3,473	668	60%	1998	3,485	672	60%
12	1999	2,106	405	60%	1999	3,625	697	60%	1999	3,649	702	60%
13	2000	2,201	423	60%	2000	3,786	728	60%	2000	3,809	733	60%
14	2001	2,298	442	60%	2001	3,952	760	60%	2001	3,977	753	60%
15	2002	2,399	461	60%	2002	4,126	793	60%	2002	4,152	798	60%
16	2003	2,505	482	60%	2003	4,308	828	60%	2003	4,334	833	60%
17	2004	2,615	503	60%	2004	4,497	865	60%	2004	4,525	870	60%
18	2005	2,730	525	60%	2005	4,695	903	60%	2005	4,724	908	60%
19	2006	2,850	548	60%	2006	4,902	943	60%	2006	4,932	948	60%
20	2007	2,975	572	60%	2007	5,117	984	60%	2007	5,149	990	60%



Table 4-3  
2 of 4

MALIS			INCREASE RATE OF POPULATION 4.4%			INCREASE RATE OF POPULATION 3.3%			INCREASE RATE OF POPULATION 3.3%		
YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD
1	1988	2,201	441	40%	1,000	219	40%	744	138	40%	63
2	1989	2,392	460	50%	1,063	220	50%	759	164	50%	82
3	1990	2,497	480	60%	1,067	227	60%	794	169	60%	101
4	1991	2,607	501	60%	1,102	234	60%	820	174	60%	104
5	1992	2,722	523	60%	1,139	242	60%	847	180	60%	108
6	1993	2,841	546	60%	1,176	250	60%	873	186	60%	112
7	1994	2,966	570	60%	1,215	259	60%	904	192	60%	115
8	1995	3,097	596	60%	1,255	267	60%	934	199	60%	119
9	1996	3,233	622	60%	1,297	276	60%	965	205	60%	123
10	1997	3,373	649	60%	1,339	283	60%	996	212	60%	127
11	1998	3,524	678	60%	1,384	294	60%	1,029	219	60%	131
12	1999	3,679	708	60%	1,435	304	60%	1,063	226	60%	136
13	2000	3,841	739	60%	1,476	314	60%	1,098	234	60%	140
14	2001	4,010	771	60%	1,523	324	60%	1,135	241	60%	145
15	2002	4,186	805	60%	1,573	335	60%	1,172	249	60%	149
16	2003	4,371	841	60%	1,627	346	60%	1,211	256	60%	155
17	2004	4,563	878	60%	1,681	356	60%	1,251	265	60%	160
18	2005	4,764	916	60%	1,737	370	60%	1,292	273	60%	165
19	2006	4,973	956	60%	1,794	382	60%	1,335	284	60%	170
20	2007	5,192	998	60%	1,853	394	60%	1,379	293	60%	176

BONBOURNE			INCREASE RATE OF POPULATION 3.3%			INCREASE RATE OF POPULATION 3.3%		
YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD
1	1988	448	95	40%	219	40%	744	138
2	1989	463	99	50%	220	50%	759	164
3	1990	479	102	60%	227	60%	794	169
4	1991	494	105	60%	234	60%	820	174
5	1992	510	109	60%	242	60%	847	180
6	1993	527	112	60%	250	60%	873	186
7	1994	544	116	60%	259	60%	904	192
8	1995	562	120	60%	267	60%	934	199
9	1996	581	124	60%	276	60%	965	205
10	1997	600	128	60%	283	60%	996	212
11	1998	620	132	60%	294	60%	1,029	219
12	1999	640	136	60%	304	60%	1,063	226
13	2000	661	141	60%	314	60%	1,098	234
14	2001	683	145	60%	324	60%	1,135	241
15	2002	706	150	60%	335	60%	1,172	249
16	2003	729	155	60%	346	60%	1,211	256
17	2004	753	160	60%	356	60%	1,251	265
18	2005	778	166	60%	370	60%	1,292	273
19	2006	804	171	60%	382	60%	1,335	284
20	2007	830	177	60%	394	60%	1,379	293

ANTARCTA			INCREASE RATE OF POPULATION 4.2%			INCREASE RATE OF POPULATION 4.2%			
YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	POPULATION	HOUSEHOLD	
1	1988	2,872	611	65%	1,000	219	40%	744	138
2	1989	3,093	637	73%	1,063	220	50%	759	164
3	1990	3,118	663	85%	1,067	227	60%	794	169
4	1991	3,249	691	85%	1,102	234	60%	820	174
5	1992	3,386	720	85%	1,139	242	60%	847	180
6	1993	3,528	751	85%	1,176	250	60%	873	186
7	1994	3,676	782	85%	1,215	259	60%	904	192
8	1995	3,831	813	85%	1,255	267	60%	934	199
9	1996	3,991	849	85%	1,297	276	60%	965	205
10	1997	4,159	885	85%	1,339	283	60%	996	212
11	1998	4,334	922	85%	1,384	294	60%	1,029	219
12	1999	4,516	961	85%	1,435	304	60%	1,063	226
13	2000	4,705	1,001	85%	1,476	314	60%	1,098	234
14	2001	4,903	1,043	85%	1,523	324	60%	1,135	241
15	2002	5,109	1,087	85%	1,573	335	60%	1,172	249
16	2003	5,324	1,133	85%	1,627	346	60%	1,211	256
17	2004	5,547	1,180	85%	1,681	356	60%	1,251	265
18	2005	5,780	1,230	85%	1,737	370	60%	1,292	273
19	2006	6,023	1,281	85%	1,794	382	60%	1,335	284
20	2007	6,276	1,335	85%	1,853	394	60%	1,379	293

Table 4-3  
3 of 4

**RIO TUBA**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 3.7%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	1,269	270	70%	189
1989	1,316	280	90%	224
1990	1,363	290	90%	261
1991	1,415	301	90%	271
1992	1,467	312	90%	281
1993	1,522	324	90%	292
1994	1,578	336	90%	302
1995	1,636	349	90%	313
1996	1,697	361	90%	325
1997	1,760	374	90%	337
1998	1,823	388	90%	349
1999	1,892	403	90%	363
2000	1,962	417	90%	375
2001	2,035	433	90%	390
2002	2,110	449	90%	404
2003	2,188	466	90%	419
2004	2,269	483	90%	435
2005	2,353	501	90%	451
2006	2,441	519	90%	467
2007	2,531	539	90%	485

**SANDUNAL**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 3.3%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	1,093	233	50%	117
1989	1,129	240	60%	144
1990	1,166	248	70%	174
1991	1,205	256	70%	179
1992	1,245	265	70%	186
1993	1,286	274	70%	192
1994	1,328	283	70%	198
1995	1,372	292	70%	204
1996	1,417	301	70%	211
1997	1,464	311	70%	219
1998	1,512	322	70%	225
1999	1,562	332	70%	232
2000	1,614	343	70%	240
2001	1,667	353	70%	249
2002	1,722	364	70%	256
2003	1,779	379	70%	265
2004	1,837	391	70%	274
2005	1,896	404	70%	283
2006	1,961	417	70%	292
2007	2,025	431	70%	302

**BULALAGHO**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 3.1%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	641	136	40%	34
1989	661	141	50%	71
1990	681	145	60%	87
1991	702	149	60%	89
1992	724	154	60%	92
1993	747	159	60%	95
1994	770	164	60%	98
1995	794	169	60%	101
1996	819	174	60%	104
1997	844	180	60%	108
1998	870	185	60%	111
1999	897	191	60%	115
2000	925	197	60%	118
2001	953	203	60%	122
2002	983	209	60%	125
2003	1,013	216	60%	130
2004	1,045	222	60%	133
2005	1,077	229	60%	137
2006	1,110	236	60%	142
2007	1,145	244	60%	146

**MORVAN**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 3.1%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	514	109	0%	0
1989	530	116	50%	57
1990	546	120	60%	70
1991	563	124	70%	84
1992	581	127	70%	87
1993	599	131	70%	89
1994	617	135	70%	92
1995	636	140	70%	95
1996	656	144	70%	98
1997	677	149	70%	101
1998	698	153	70%	104
1999	719	158	70%	107
2000	741	163	70%	111
2001	764	168	70%	114
2002	788	173	70%	118
2003	813	178	70%	121
2004	838	184	70%	125
2005	864	189	70%	129
2006	890	194	70%	132
2007	918	199	70%	137

**COLMUNDUM**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 2%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	1,007	214	0%	0
1989	1,027	219	40%	88
1990	1,048	223	50%	112
1991	1,069	227	60%	136
1992	1,090	232	60%	139
1993	1,112	237	60%	142
1994	1,134	241	60%	145
1995	1,157	246	60%	148
1996	1,180	251	60%	151
1997	1,203	256	60%	154
1998	1,228	261	60%	157
1999	1,252	266	60%	160
2000	1,277	272	60%	163
2001	1,303	277	60%	166
2002	1,329	283	60%	170
2003	1,355	289	60%	173
2004	1,382	294	60%	176
2005	1,410	300	60%	180
2006	1,438	306	60%	184
2007	1,467	312	60%	187

**TAPUSIAN**  
INCREASE RATE OF  
POPULATION 3.7%

YEAR	POPULATION	HOUSEHOLD	ENERGIZED RATE	HOUSEHOLD
1988	1,650	351	50%	176
1989	1,711	364	60%	218
1990	1,774	377	70%	264
1991	1,840	391	70%	274
1992	1,908	406	70%	284
1993	1,979	421	70%	295
1994	2,052	437	70%	306
1995	2,128	453	70%	317
1996	2,207	470	70%	329
1997	2,288	487	70%	341
1998	2,373	505	70%	354
1999	2,461	524	70%	367
2000	2,552	543	70%	380
2001	2,646	563	70%	394
2002	2,744	584	70%	409
2003	2,846	606	70%	424
2004	2,951	628	70%	440
2005	3,060	651	70%	456
2006	3,173	675	70%	473
2007	3,291	700	70%	490

Table 4-3  
4 of 4

YEAR	IUAH1G INCREASE RATE OF POPULATION 1.7%		SARONG INCREASE RATE OF POPULATION 2.5%		TOTAL	
	POPULA- TION	HOUSE- HOLD	POPULA- TION	HOUSE- HOLD	POPULA- TION	ENERGIZED HOUSEHOLD
1 1989	983	209	779	166	1758	1,984
2 1989	1,000	213	798	170	1803	2,032
3 1990	1,017	216	818	174	1836	2,044
4 1991	1,034	220	839	179	1873	2,062
5 1992	1,052	224	860	183	1912	2,080
6 1993	1,069	227	881	187	1950	2,098
7 1994	1,088	231	903	192	1991	2,116
8 1995	1,106	235	926	197	2032	2,134
9 1996	1,125	239	949	202	2073	2,152
10 1997	1,144	243	973	207	2114	2,170
11 1998	1,163	247	997	212	2155	2,188
12 1999	1,183	252	1,023	217	2196	2,206
13 2000	1,203	256	1,049	223	2237	2,224
14 2001	1,224	260	1,074	229	2278	2,242
15 2002	1,245	265	1,101	234	2319	2,260
16 2003	1,266	269	1,128	240	2360	2,278
17 2004	1,287	274	1,156	246	2401	2,296
18 2005	1,309	279	1,185	252	2442	2,314
19 2006	1,331	283	1,215	259	2483	2,332
20 2007	1,354	288	1,245	265	2524	2,350

YEAR	IGANGIGING INCREASE RATE OF POPULATION 2%		ENERGIZED	
	POPULA- TION	HOUSE- HOLD	POPULA- TION	HOUSEHOLD
1 1989	555	118	0	0
2 1989	566	120	0	0
3 1990	577	123	0	0
4 1991	589	125	0	0
5 1992	601	128	31	63
6 1993	613	130	50	80
7 1994	625	133	60	82
8 1995	638	136	80	83
9 1996	650	139	100	84
10 1997	663	141	120	85
11 1998	677	144	140	86
12 1999	690	147	160	87
13 2000	704	150	180	88
14 2001	719	153	200	89
15 2002	732	156	220	90
16 2003	747	159	240	91
17 2004	762	162	260	92
18 2005	777	165	280	93
19 2006	793	169	300	94
20 2007	808	172	320	95

TABLE 4-4

## DEMAND FORECAST OF RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 1)

Year	Facilities		Dryer System		Total	
	Excepting Dryer					
	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)
1984	322	2,014	900	200	1,222	2,214
85	335	2,095	900	200	1,235	2,295
86	349	2,179	900	200	1,249	2,379
87	363	2,666	900	200	1,263	2,866
1988	377	2,357	900	3,793	1,277	6,150
89	392	2,546	900	3,793	1,292	6,339
90	408	2,749	900	3,793	1,308	6,542
91	424	2,969	900	3,793	1,324	6,762
92	441	3,207	900	3,793	1,341	7,000
93	459	3,463	900	3,793	1,359	7,256
94	477	3,740	900	3,793	1,377	7,533
95	496	4,039	900	3,793	1,396	7,832
96	516	4,363	900	3,793	1,416	8,156
97	536	4,712	900	3,793	1,436	8,505
1998	558	4,900	900	3,793	1,458	8,693
99	581	5,096	900	3,793	1,481	8,889
2000	604	5,300	900	3,793	1,504	9,903
01	628	5,512	900	3,793	1,528	9,305
02	653	5,733	900	3,793	1,553	9,526
03	679	5,962	900	3,793	1,579	9,755
04	706	6,201	900	3,793	1,606	9,994
05	735	6,449	900	3,793	1,635	10,242
06	764	6,707	900	3,793	1,664	10,500
07	795	6,975	900	3,793	1,695	10,768

TABLE 4-5

## SUMMARY OF DEMAND FORECAST

Year	Rural Electrification		Case 1		Rio Tuba Case 2		Case 3	
	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)
1988	614	1,731	1,277	6,150	3,450	19,645	8,500	59,568
89	677	1,913	1,292	6,339	3,450	19,645	8,500	59,568
90	741	2,094	1,308	6,542	3,450	19,645	8,500	59,568
91	782	2,212	1,324	6,762	3,450	19,645	8,500	59,568
92	819	2,319	1,341	7,000	3,450	19,645	8,500	59,568
93	851	2,413	1,349	7,256	3,450	19,645	8,500	59,568
94	884	2,509	1,377	7,553	3,450	19,645	8,500	59,568
95	919	2,610	1,396	7,832	3,450	19,645	8,500	59,568
96	956	2,718	1,416	8,156	3,450	19,645	8,500	59,568
97	999	2,844	1,436	8,505	3,450	19,645	8,500	59,568
1998	1,040	2,964	1,458	8,693	3,450	19,645	8,500	59,568
99	1,089	3,106	1,481	8,889	3,450	19,645	8,500	59,568
2000	1,140	3,253	1,504	9,093	3,450	19,645	8,500	59,568
01	1,195	3,418	1,528	9,305	3,450	19,645	8,500	59,568
02	1,258	3,599	1,553	9,526	3,450	19,645	8,500	59,568
03	1,320	3,782	1,579	9,755	3,450	19,645	8,500	59,568
04	1,392	3,990	1,606	9,994	3,450	19,645	8,500	59,568
05	1,467	4,210	1,635	10,242	3,450	19,645	8,500	59,568
06	1,547	4,447	1,664	10,500	3,450	19,645	8,500	59,568
07	1,639	4,718	1,695	10,768	3,450	19,645	8,500	59,568

TABLE 4-6

AVAILABLE HYDROPOWER ENERGY  
FOR RIO TUBA  
MINING CORPORATION

Year	Available Energy <sup>1/A</sup> <sub>2/</sub> (MWH)	Energy Demand <sup>B</sup> <sub>3/</sub> (MWH)	Demand (MWH)
88	19,087	1,731	17,356
89	19,087	1,913	17,174
90	19,087	2,094	16,993
91	19,087	2,212	16,875
92	19,087	2,319	16,768
93	19,087	2,413	16,674
94	19,087	2,509	16,578
95	19,087	2,610	16,477
96	19,087	2,718	16,369
97	19,087	2,844	16,243
1998	19,087	2,844	16,243
99	19,087	2,844	16,243
2000	19,087	2,844	16,243
01	19,087	2,844	16,243
02	19,087	2,844	16,243
03	19,087	2,844	16,243
04	19,087	2,844	16,243
05	19,087	2,844	16,243
06	19,087	2,844	16,243
07	19,087	2,844	16,243

- 1/ Available Annual Produced Energy
- 2/ Energy Demand for Rural Electrification
- 3/ Available Energy for Rio Tuba Mining Corp.

TABLE 4-7

**BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY  
FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 1)**

Year	Power Demand		Supply			Surplus	
	Peak Demand (kW)	Energy Demand (MWH)	Hydropower		Diesel Generation	Peak (kW)	Energy (MWH)
			Peak (kW)	Energy (MWH)	(MWH)		
1988	1,277	6,150	3,450	17,356	252	2,173	11,458
89	1,292	6,339	3,450	17,174	252	2,158	11,087
90	1,308	6,542	3,450	16,993	252	2,142	10,703
91	1,324	6,762	3,450	16,875	252	2,126	10,365
92	1,341	7,000	3,450	16,768	252	2,109	10,020
93	1,359	7,256	3,450	16,674	252	2,091	9,670
94	1,377	7,533	3,450	16,578	252	2,073	9,297
95	1,396	7,832	3,450	16,477	252	2,054	8,873
96	1,416	8,156	3,450	16,369	252	2,034	8,465
97	1,436	8,505	3,450	16,243	252	2,014	7,990
1998	1,458	8,693	3,450	16,243	252	1,992	7,802
99	1,481	8,889	3,450	16,243	252	1,969	7,606
2000	1,504	9,093	3,450	16,243	252	1,946	7,402
01	1,528	9,305	3,450	16,243	252	1,922	7,190
02	1,553	9,526	3,450	16,243	252	1,897	6,969
03	1,579	9,755	3,450	16,243	252	1,871	6,740
04	1,606	9,994	3,450	16,243	252	1,844	6,501
05	1,635	10,242	3,450	16,243	252	1,815	6,253
06	1,664	10,500	3,450	16,243	252	1,786	5,995
07	1,695	10,768	3,450	16,243	252	1,755	5,727

TABLE 4-8

BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY  
FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 2)

Year	Power Demand		Supply		Shortage	
	Peak Load (kW)	Energy Demand (MWh)	Hydropower	Existing Diesel Power		
			(MWh)	Peak (kW)		Energy (MWh)
1988	3,450	19,645	17,356	2,100	2,289	1,350
89	3,450	19,645	17,174	2,100	2,471	1,350
90	3,450	19,645	16,993	2,100	2,650	1,350
91	3,450	19,645	16,875	2,100	2,770	1,350
92	3,450	19,645	16,768	2,100	2,877	1,350
93	3,450	19,645	16,674	2,100	2,971	1,350
94	3,450	19,645	16,578	2,100	3,067	1,350
95	3,450	19,645	16,477	2,100	3,168	1,350
96	3,450	19,645	16,369	2,100	3,276	1,350
97	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
1998	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
99	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
2000	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
01	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
02	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
03	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
04	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
05	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
06	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350
07	3,450	19,645	16,243	2,100	3,402	1,350



TABLE 4-9

**BALANCE BETWEEN POWER DEMAND AND SUPPLY  
FOR RIO TUBA MINING CORPORATION (CASE 3)**

Year	Power Demand		Supply			Shortage	
	Peak Load (kW)	Energy Demand (MWH)	Hydropower	Existing Diesel Power			
			(MWH)	Peak (kW)	Energy (MWH)		Peak (kW)
1988	8,500	59,568	17,356	2,100	9,198	6,400	33,014
89	8,500	59,568	17,174	2,100	9,198	6,400	33,196
90	8,500	59,568	16,993	2,100	9,198	6,400	33,377
91	8,500	59,568	16,875	2,100	9,198	6,400	33,495
92	8,500	59,568	16,768	2,100	9,198	6,400	33,602
93	8,500	59,568	16,674	2,100	9,198	6,400	33,696
94	8,500	59,568	16,578	2,100	9,198	6,400	33,792
95	8,500	59,568	16,477	2,100	9,198	6,400	33,893
96	8,500	59,568	16,369	2,100	9,198	6,400	34,001
97	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
1998	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
99	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
2000	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
01	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
02	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
03	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
04	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
05	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
06	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127
07	8,500	59,568	16,243	2,100	9,198	6,400	34,127