

フィリピン共和国アクパン - イトゴン地区
地熱開発計画調査

報告書

(第一次)

1983年10月

国際協力事業団

フィリピン共和国アクパン - イトゴン地区
地熱開発計画調査

報告書

(第一次)

JICA LIBRARY

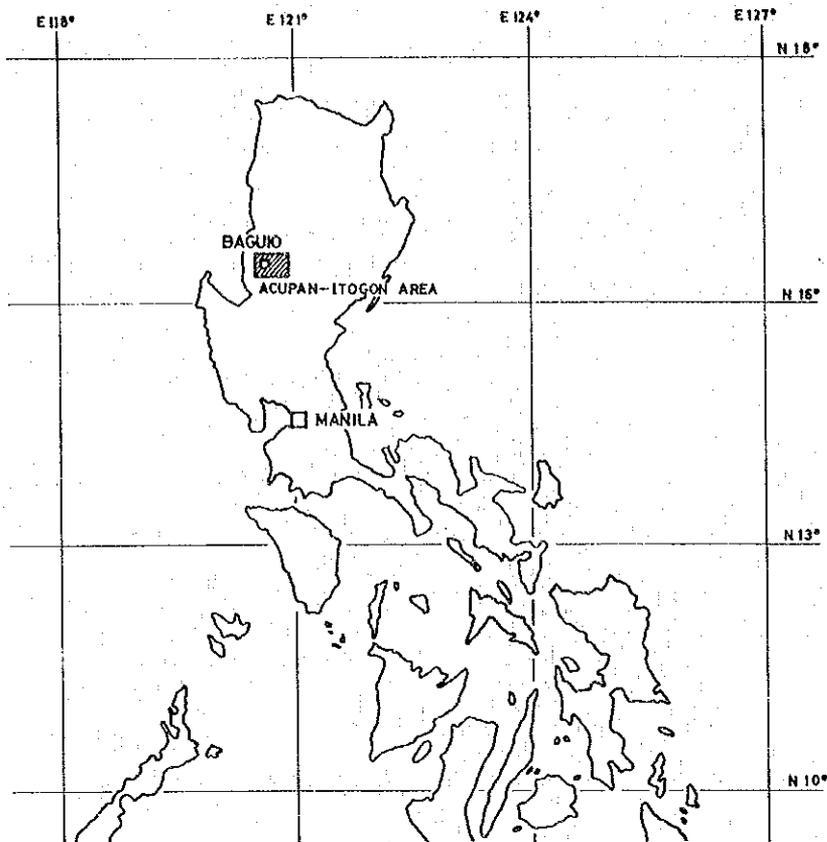


1030443L4J

1983年10月

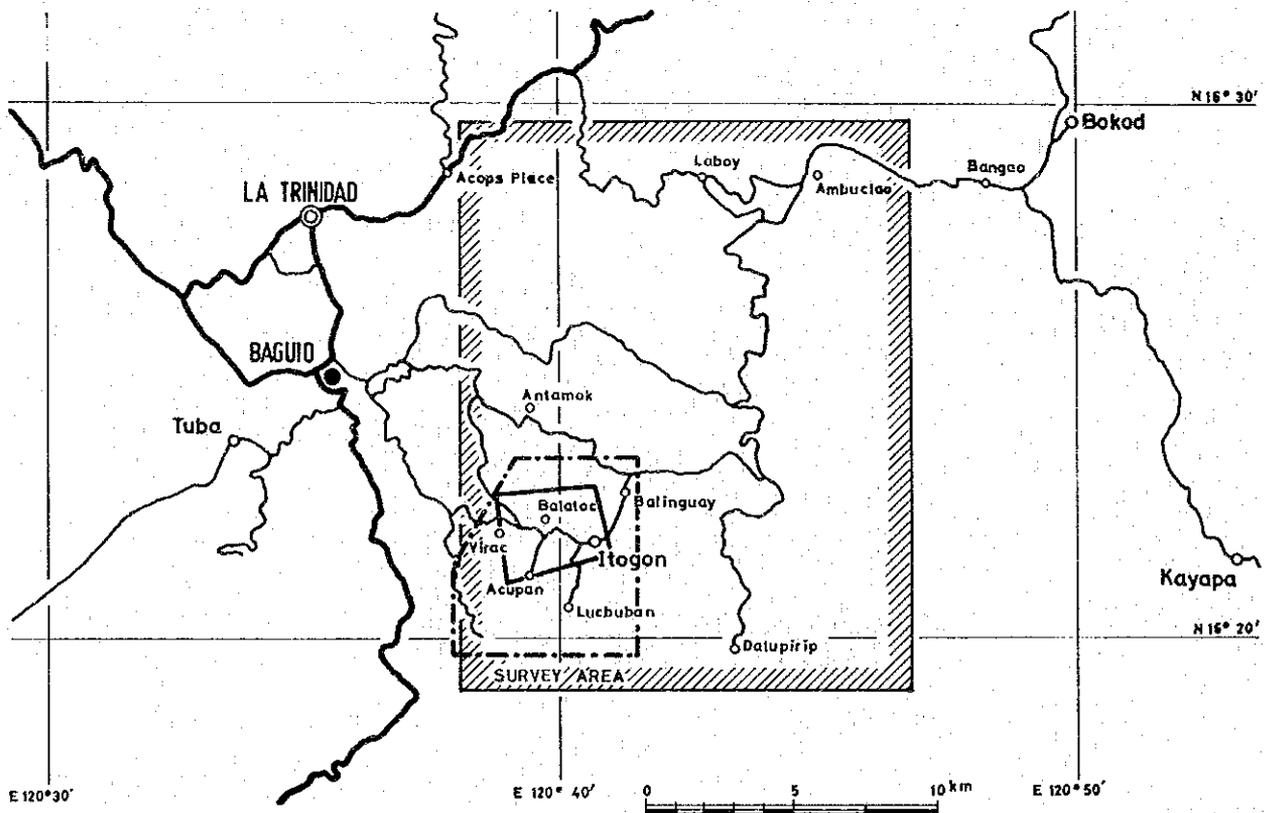
国際協力事業団

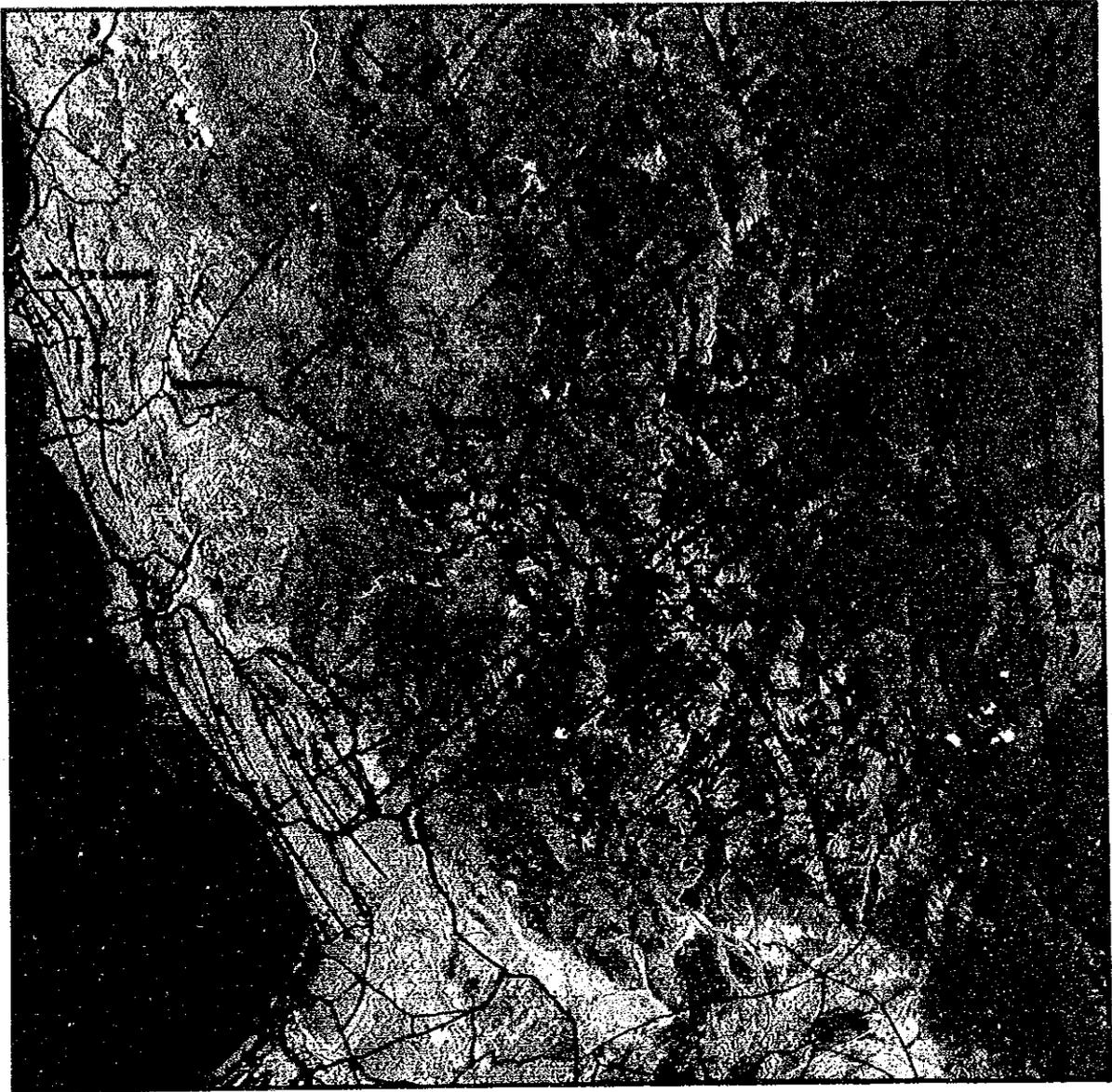
国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. -9	118
登録No. 10028	64.3
	MPN



LOCATION MAP
OF
ACUPAN-ITOGON AREA

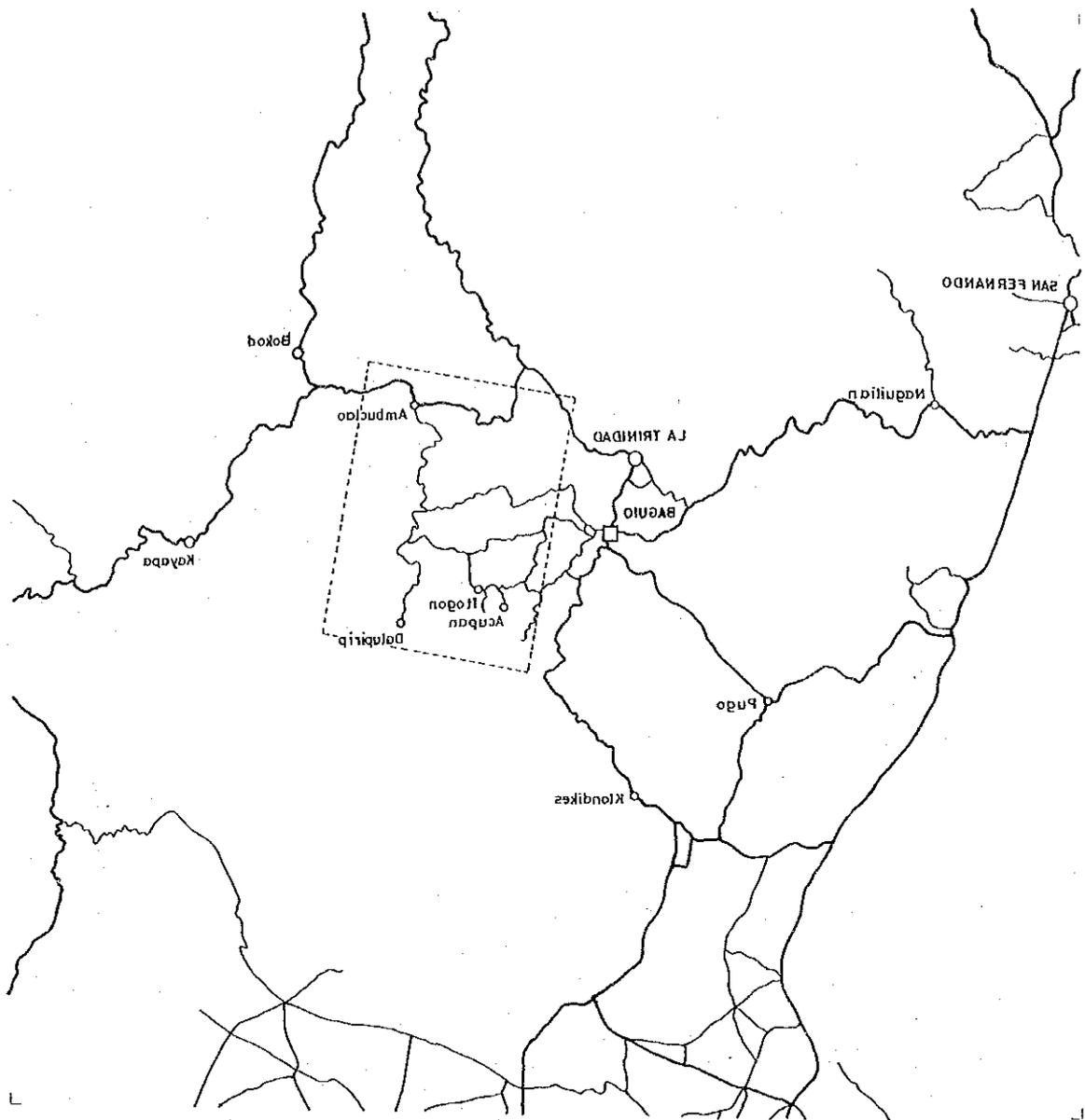
PROVINCE OF BENGUET
REPUBLIC OF THE PHILIPPINES





Legend

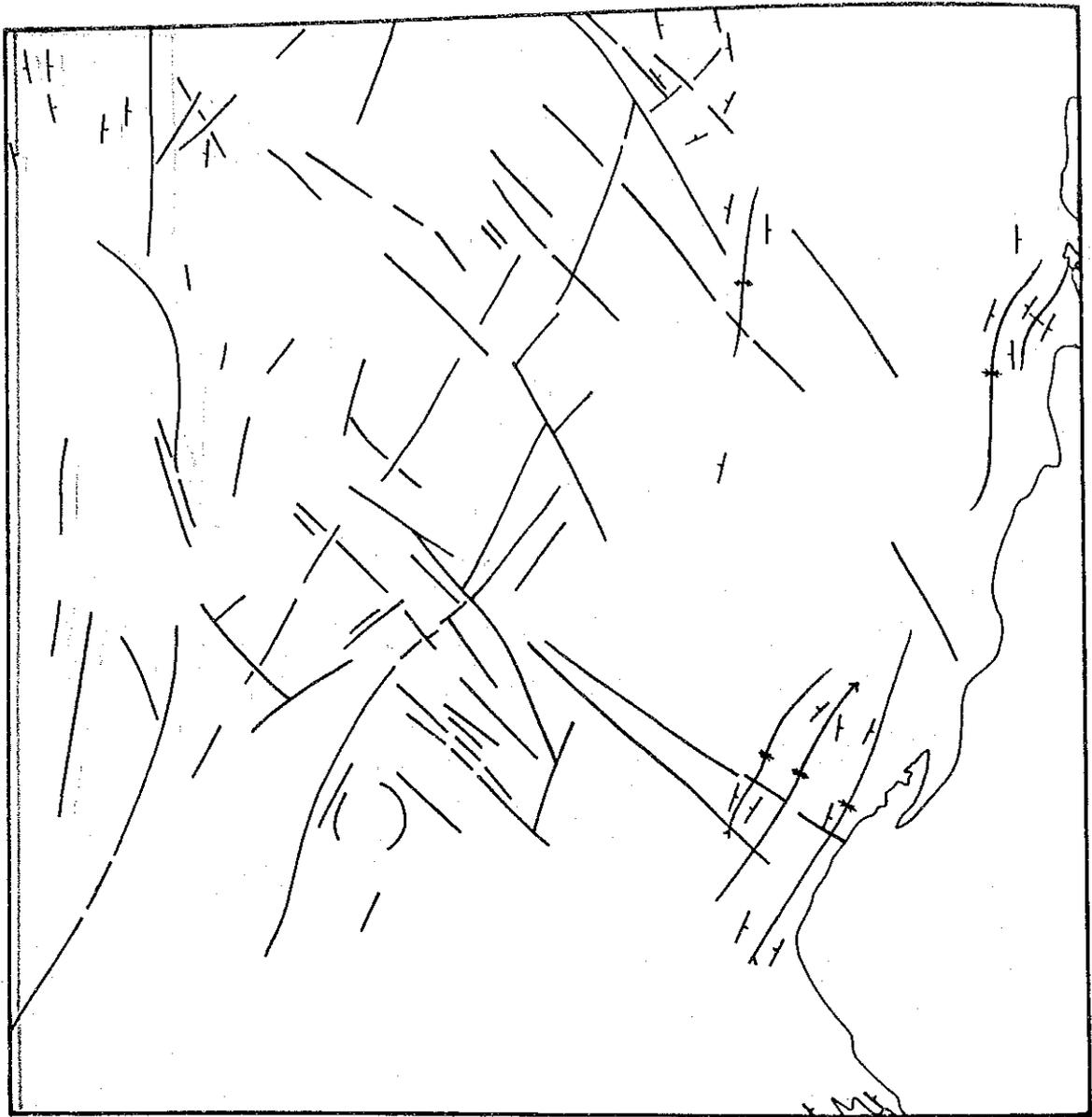
-  *lineament*
-  *anticline*
-  *syncline*
-  *dip and strike*





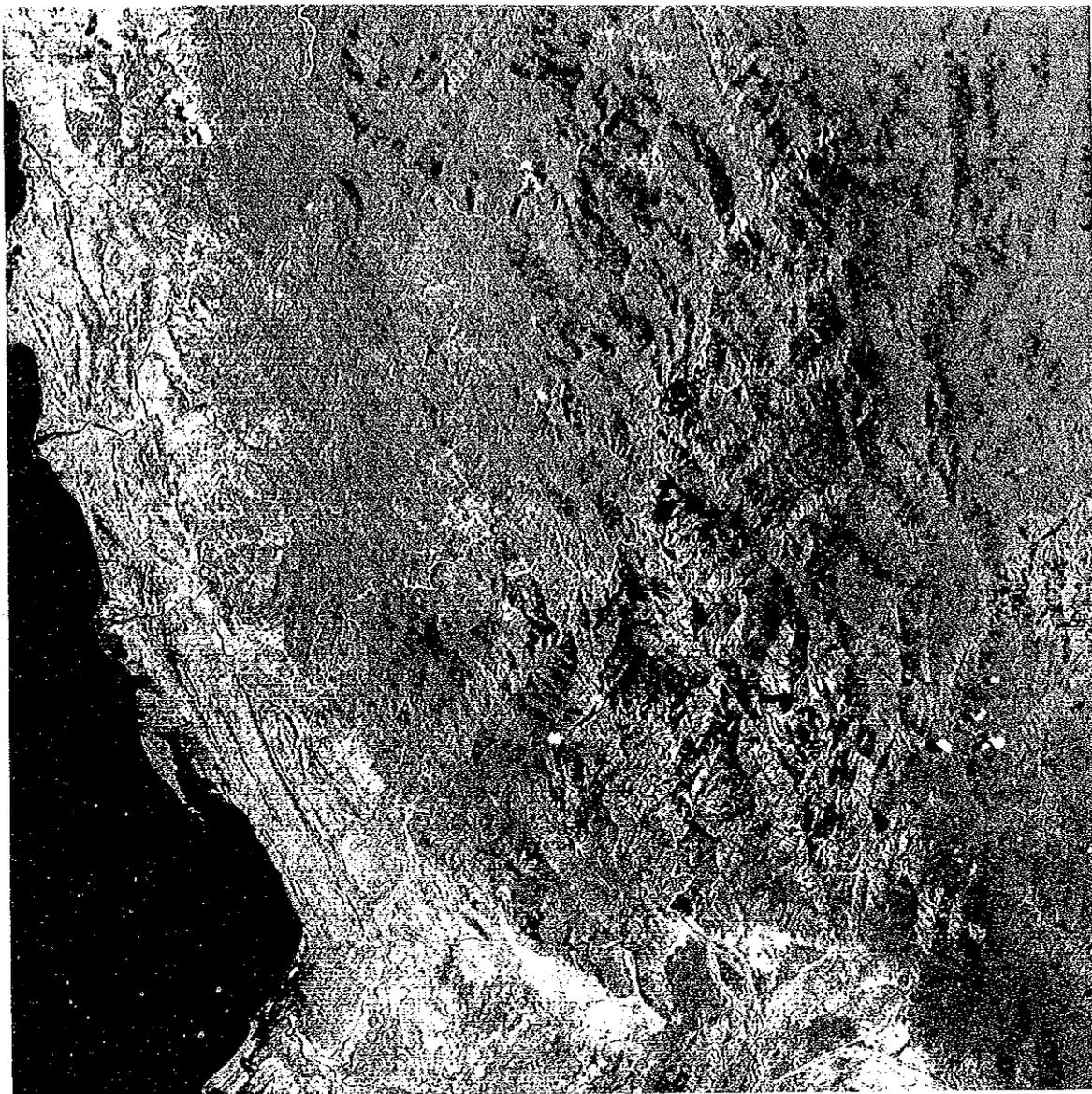
Legend

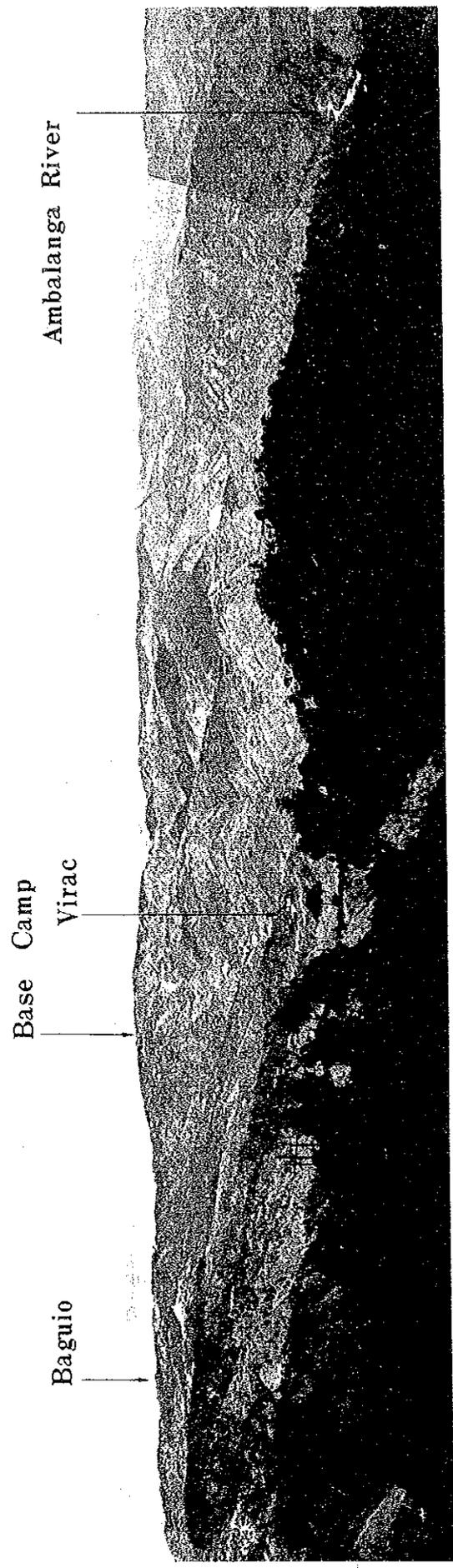
-  *lineament*
-  *anticline*
-  *syncline*
-  *dip and strike*



Legend

- lineament 
- anticline 
- syncline 
- dip and strike 





Perspective View of Acupan-Itogon

目 次

位 置 図

第 I 章 概 論

第 1 章	序 論	1
1-1	調査の目的	1
1-2	調査の経緯	1
1-3	調査団の編成	2
1-4	調査日程	4
1-5	調査団の訪門機関	7
第 2 章	フィリピン共和国の一般事情	9
2-1	位置・地形・交通	9
2-2	人 口	10
2-3	経 済	10
第 3 章	フィリピンのエネルギー開発	13
3-1	エネルギー政策	13
3-2	エネルギー消費の動向	14
3-3	エネルギー開発	15
第 4 章	地 熱 開 発	19
4-1	フィリピンにおける地熱活動の現状	19
4-2	開発一生産段階	20
4-3	調査井階階	25
第 5 章	電 力 供 給	31
第 6 章	調査地域の一般事情	35
6-1	位置・交通	35
6-2	住民・産業	35
6-3	気 候	36

第 II 章 各 論

第 1 章	地 質 調 査	37
1-1	調査の目的および方法	37

1-2	地質概要	37
1-3	衛星写真・空中写真解析	38
1-4	地質層序	40
1-5	地質構造	46
1-6	火成活動	47
1-7	地熱徴候調査	50
1-8	河川流量および河川水化学分析(水理調査)	52
第2章	地化学探査	53
2-1	地化学探査の目的と方法	53
2-2	1 m深の地化学探査	53
2-3	温泉水の地化学探査	65
第3章	重力探査	75
3-1	調査の目的	75
3-2	調査の方法	75
3-3	重力補正	79
3-4	解析方法	91
3-5	解析結果	92
第4章	電気探査	95
4-1	調査の目的	95
4-2	調査の方法	96
4-3	解析方法	100
4-4	解析結果	101

第Ⅲ章 総合検討

第1章	探査結果の要約	105
1-1	地質調査結果の要約	105
1-2	地化学探査結果の要約	106
1-3	重力探査結果の要約	108
1-4	電気探査結果の要約	109
第2章	地熱系の考察	111
2-1	地質構造と地熱流体	111
2-2	調査結果と地熱	112

第 3 章	結論と第二次調査に対する提言	113
3-1	結 論	113
3-2	第二次調査に対する提言	114
文 献		115

図 一 覧

- Fig. I-4-1 地熱開発のヒストグラム
- Fig. I-4-2 TIWI 地熱開発ヒストグラム
- Fig. I-4-3 MAK-BAN地熱開発ヒストグラム
- Fig. I-4-4 TONGONAN 地熱開発ヒストグラム
- Fig. I-4-5 SOUTHERN NEGROS 地熱開発ヒストグラム
-
- Fig. II-1-1 Coverage of Geological Survey
- Fig. II-1-2 Interpretation Map of Remote Sensing
- Fig. II-1-3 Geological Map
- Fig. II-1-4 Geological Profile
- Fig. II-1-5 Microscopic Photo of Dalupirip Schist
- Fig. II-1-6 Microscopic Photo of Altered Andesite of Zigzag Formation
- Fig. II-1-7 Microscopic Photo of Andesitic Tuff Breccia of Klondyke Formation
- Fig. II-1-8 Tectonic Map
- Fig. II-1-9 Microscopic Photo of Itogon Qtz-Diorite
- Fig. II-1-10 Microscopic Photo of Antamok Diorite
- Fig. II-1-11 Microscopic Photo of Antamok Diorite
- Fig. II-1-12 Microscopic Photo of Qtz-Diorite Porphyry
- Fig. II-1-13 Distribution of Alteration Zone and Volume of Running Water
- Fig. II-2-1 Profile of Hole for Temperature Measurement
- Fig. II-2-2 1m Depth Temperature-Sea Level Correlation
- Fig. II-2-3 Frequency Diagram of 1m Depth Temperature Converted to 600m A.S.L.
- Fig. II-2-4 Probability Plot of 1m Depth Temperature Converted to 600m A.S.L.
- Fig. II-2-5 Distribution Map of 1m Depth Temperature Converted to 600m A.S.L.
- Fig. II-2-6 Collection of Soil Air
- Fig. II-2-7 Frequency Diagram of CO₂ Gas Concentration
- Fig. II-2-8 Probability Plot of CO₂ Gas Concentration
- Fig. II-2-9 Distribution Map of CO₂ Gas Concentration
- Fig. II-2-10 Planting of Track Etch Cup
- Fig. II-2-11 Frequency of Diagram of Rn Gas Concentration
- Fig. II-2-12 Probability Plot of Rn Gas Concentration
- Fig. II-2-13 Distribution Map of Rn Gas Concentration

Fig. II-2-14	Frequency Diagram of Hg Contents in Soil
Fig. II-2-15	Probability Plot of Hg Contents in Soil
Fig. II-2-16	Distribution Map of Hg Contents in Soil
Fig. II-2-17	Location Map of Rock Samples for Hg Analysis
Fig. II-2-18	Histograms for Hg Contents in Rocks
Fig. II-2-19	Factor Loading for Variables
Fig. II-2-20	Distribution Map of Factor Score (Factor-1)
Fig. II-2-21	Distribution Map of Factor Score (Factor-2)
Fig. II-2-22	Location Map of Spring Water Samples
Fig. II-2-23	Key-Diagram for Acupan and Asin Hot Spring
Fig. II-2-24	Key-Diagram for Itogon, Antamok, Dalupirip, Laoby, Klondyke and Pugo Hot Spring
Fig. II-2-25	Key-Diagram for Stream Water and Cold Spring
Fig. II-2-26	Chemical Zoning of Spring Water Samples at Acupan Mine
Fig. II-2-27	Diagram of Correlation of T_{SiO_2} with $T_{\text{Na-K-Ca}}$
Fig. II-2-28	Plot of $\delta^{18}\text{O}$ for Water Samples
Fig. II-2-29	$\delta^{18}\text{O}$ Versus Elevation of Sampling Points
Fig. II-3-1	Location Map of Gravity Station
Fig. II-3-2	Route Map of Leveling Survey
Fig. II-3-3	A Flow Chart of Data Processing of Gravity Data
Fig. II-3-4	Diurnal Variation at Gravity Station
Fig. II-3-5	A Flow Chart of Various Corrections
Fig. II-3-6	Disk Used for Topographic Correction (Far, Middle and Near)
Fig. II-3-7	Disk Used for Topographic Correction (Neighbour)
Fig. II-3-8	G-H Correlation Map
Fig. II-3-9	Bouguer Anomaly Map ($\rho = 2.5$)
Fig. II-3-10	Bouguer Anomaly Map ($\rho = 2.6$)
Fig. II-3-11	Bouguer Anomaly Map ($\rho = 2.7$)
Fig. II-3-12	Residual Map ($\lambda = 0.25 \sim 2.1$)
Fig. II-3-13	Residual Map ($\lambda = 2.1 \sim 10.2$)
Fig. II-3-14	Regional Map ($\lambda \geq 10.2$)
Fig. II-3-15	Second Derivative Map
Fig. II-4-1	Resistivity Graph for Salinity and Temperature of NaCl Solution
Fig. II-4-2	Electrode Configuration and Pseudo Section

Fig. II-4-3	Noise Wave Form	
Fig. II-4-4	Location Map of Resistivity Survey	
Fig. II-4-5	Apparent Resistivity Section	Line A
Fig. II-4-6	Apparent Resistivity Section	Line B
Fig. II-4-7	Apparent Resistivity Section	Line C & D
Fig. II-4-8	Apparent Resistivity Section	Line E & F
Fig. II-4-9	Apparent Resistivity Section	Line G, H & I
Fig. II-4-10	Plan Map of Resistivity	
Fig. II-4-11	Location Map of Dalupirip Line	
Fig. II-4-12	Apparent Resistivity Section at Dalupirip	
Fig. II-4-13	Vertical Electrical Sounding Curve at Dalupirip	
Fig. II-4-14	Location Map of Collected Rock Samples	
Fig. III-1-1	Structural Conception Model of Acupan-Itogon Geothermal Area	
Fig. III-3-1	Proposed Sites of Gradient Holes	

表 一 覧

Table I-2-1	フィリピンの年間気温，湿度，降雨量
Table I-2-2	フィリピンの経済成長率
Table I-3-1	エネルギー消費量の推移
Table I-3-2	エネルギー消費予測
Table I-3-3	電力増加率
Table I-3-4	電力部門の内訳
Table I-3-5	国産石油生産見通し
Table I-3-6	石炭生産の推移
Table I-3-7	ウラン探鉱実績表
Table I-3-8	水力発電設備一覧表
Table I-4-1	生産・開発段階（1982年）
Table I-4-2	調査井段階
Table I-4-3	掘削機配備（1983年）
Table I-4-4	地熱探査許可申請条件
Table I-5-1	発電実績一覧表
Table I-5-2	発電機能力
Table I-5-3	発電長期計画
Table I-6-1	Ambuklaoダムにおける過去10年の降雨量
Table II-1-1	Correlation of Rock and Stratigraphic Names
Table II-1-2	Generalized Stratigraphic Column
Table II-1-3	Isotopic Age Determination of Fission-Track Method and K-Ar Method
Table II-1-4	Microscopic Observation
Table II-1-5	X-Ray Diffraction
Table II-1-6	Chemical Component of Running Water
Table II-2-1	Geochemical Data Sheet for 1m Depth Measurements
Table II-2-2	Analytical Data Sheet of Rock Samples for Hg Analysis
Table II-2-3	List of Spring Water Samples
Table II-2-4	Analytical Data Sheet for Spring Water Samples
Table II-2-5	Table of T_{SiO_2} & $T_{\text{Na-K-Ca}}$ for Spring Water Samples
Table II-2-6	Stable Isotope Analyses of Modern Thermal Water and Stream Water

	Samples		
Table II-3-1	Gravity Standard Value		
Table II-3-2	Range and Size of Grid for Topographic Corrections	1-3-1	Table
Table II-3-3	Average Density and Distribution of Rock Samples	1-3-1	Table
Table II-4-1	Resistivity Measurement of Rock Samples	1-4-1	Table
		1-4-1	Table
		1-4-1	Table
		2-4-1	Table
		3-4-1	Table
		4-4-1	Table
		5-4-1	Table
		6-4-1	Table
		7-4-1	Table
		8-4-1	Table
		9-4-1	Table
		10-4-1	Table
		11-4-1	Table
		12-4-1	Table
		13-4-1	Table
		14-4-1	Table
		15-4-1	Table
		16-4-1	Table
		17-4-1	Table
		18-4-1	Table
		19-4-1	Table
		20-4-1	Table
		21-4-1	Table
		22-4-1	Table
		23-4-1	Table
		24-4-1	Table
		25-4-1	Table
		26-4-1	Table
		27-4-1	Table
		28-4-1	Table
		29-4-1	Table
		30-4-1	Table
		31-4-1	Table
		32-4-1	Table
		33-4-1	Table
		34-4-1	Table
		35-4-1	Table
		36-4-1	Table
		37-4-1	Table
		38-4-1	Table
		39-4-1	Table
		40-4-1	Table
		41-4-1	Table
		42-4-1	Table
		43-4-1	Table
		44-4-1	Table
		45-4-1	Table
		46-4-1	Table
		47-4-1	Table
		48-4-1	Table
		49-4-1	Table
		50-4-1	Table

第 I 編 概 論

第1章 序 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の目的

この調査は、フィリピン共和国 (The Republic of the Philippines) 政府の要請に基づき、同国 Benguet (ベンゲット) 州, Baguio (バギオ) 市東南方に位置する Acupan・Itogon 地域に対し、地質調査、地下学探査ならびに物理探査などの諸調査を実施することにより、調査対象地域の中から最も地熱開発の可能性の高い地区 30~50 km² を選出し、この地区の地熱エネルギーのポテンシャルを評価することを目的として実施されたものである。

1-2 調査の経緯

環太平洋火山帯に属する火山国フィリピンには、多くの地熱地帯があり、古くより温泉調査が実施されてきたが、本格的な地熱調査が始まったのは1960年代に入ってからである。Albay 州 Tiwi 地熱地帯において、2.5 kWの試験発電に成功したのは1967年であった。しかし、その後、開発は急速にすすめられ、1980年には4.46 MWとなり、イタリアを抜いて米国に次ぐ第二位の実績をもつに至った。この間、1973年以来、イタリア、ニュージーランド、アメリカの技術協力のもとで探査がすすめられ、1979年、1980年には Tiwi と Makilin-Banahaw の地熱発電所がそれぞれ 2.20 MW の商業運転に入った。

今後、フィリピン政府の10ヶ年計画によれば、1989年までに Daklan を含む2地熱地帯で692孔の地熱井を掘削し、最終年度には1,975 MWの地熱発電を計画している。しかし、急速な地熱開発は資金的にも技術的にも困難な面が多く、先進諸国の援助に大巾に依存してきた。

このような背景のもとに、昭和54年、フィリピン共和国政府は日本政府に対し、Buguias (ブギアス) 等6地域についての地熱開発調査の要請を行い、この要請に基づいて日本政府は、地熱開発に関する技術協力を実施することとなった。国際協力事業団は、昭和55年3月事前調査団を現地に派遣し、Daklan, Buguias, Montelago (モンテラゴ) および Mabini (マビニ) の4地域を対象に調査を実施した。この結果、地熱ポテンシャルと他国の協力状況を考慮し、Daklan に北接する Buguias の開発を要請され、1981年1月20日より同年3月20日まで、大手開発(株)坂井定倫を団長とする第一次調査団が派遣された。

Buguias 地区地熱開発計画調査は、地質調査、地化学探査、重力探査および磁気探査よりなり、地表には顕著な地熱徴候はみられないものの、調査地域の深部について優勢な地熱流体の潜在が期待され、さらに将来の探査を継続する価値が認められた。

しかしながら、ひきつづき測温孔を掘削しようとした B E D (Bureau of Energy Development) は、地熱発電による電気の恩恵より、せまい耕作地が荒らされることを危惧する地元住民の強い反対にあい、再三の啓蒙キャンペーンにもかかわらず、現時点では継続調査を中断

せざるをえないとの結論に達した。

このためBEDは、極度に緊迫しているLuzon島北部の電力事情に鑑み、Buguiasに代る有望地域として、Buguias, Daklanに南接し、Baguio市や鉱山会社などの電力消費地に近いAcupan・Itogon地熱地帯を選定し、再度、国際協力事業団による調査を要請してきた。

これを受けて国際協力事業団は、1982年3月16日より27日まで、鉱工業計画調査部資源調査課飯村課長を団長とする事前調査団を現地に派遣し、先方政府の要請意図、対象地域の地熱開発の可能性の確認を行った後、本調査に関するS/Wを作成し、Implementing Arrangement の調印がおこなわれた。

本調査は、上記調査団と比側とによりとりきめられたImplementing Arrangement およびMinutes of Meeting に従い、総合的に計画、実施されたものであり、1985年9月まで予定されている3段階調査の初年次をなすものである。

1-3 調査団の編成

本調査団の編成は下記のとおりである。

区 分	氏 名	所 属	担 当
団 長	坂 井 定 倫	三菱金属(株)地熱開発室室長 (大手開発(株)技師長)	総 括
地質班 (副団長)	松 永 栄 勇	三菱金属(株)地熱開発室課長 (大手開発(株)地熱調査部付)	地 質 調 査
	中 野 啓 二	大手開発(株)地熱調査部課長	地 質 調 査
地化学 分 析	脇 田 健 治	大手開発(株)地熱調査部次長	地化学探査
物探班 (副団長)	奈 良 義 明	大手開発(株)地科学試験所技師	分 析
	服 部 旭	大手開発(株)物理探査部兼地熱調査部 次長	物 理 探 査
	福 田 浩	大手開発(株)物理探査部課長代理	物 理 探 査
	賀 来 学	大手開発(株)物理探査部主任技師	物 理 探 査
	松久保 和人	大手開発(株)物理探査部技師	物 理 探 査

カウンターパート

エネルギー省, エネルギー開発局 地熱部

プロジェクト・マネージャー		Alfredo C. Troncales
地熱部長		
物理探査	主任技師	Edgardo S. Aguas
"	技師	Francisco A. Benito
"	技師	Rene A. Villarosa
"	技師補	Leonardo U. Elemia
地質探査	技師	Narciso V. Salvania
"	技師	Romeo R. Tena
"	技師	Helene G. Aniceto
"	技師補	Valario D. Mata
地化学探査	主任技師	Zalzon C. Espino
"	主任技師	Rosario D. Mosqueda
"	主任技師	Evelyn M. Napoles
"	技師	Mona Lisa V. Agoncillo
電気	主任技師	Rodelio T. Palabasan
機械	主任技師	Josefino C. Adajar
測定	技師	Manuel R. Panagsagan
測量	主任技師	Francisco Palabrica
"	技師	Jose L. Cuaresma
"	技師	Valentino Noble II
"	技師	Allan O. Loleng
"	技師	Cesar U. Dacanay
製図	技師	Ben P. Ignacio

1-4 調査日程

日順	月/日	曜日	調査日程	日順	月/日	曜日	調査日程
1	8/8	日	団長, 地質班東京発→マニラ着	32	9/8		挨拶, 打合せ
2	9		大使館, JICA, BED表敬	33	9		マニラ→バギオ
3	10		BED調査計画打合せ	34	10		地化学探査開始
4	11		資料・資機材調達	35	11		
5	12		マニラ→バギオ	36	12	日	
6	13		現地巡検・予察	37	13		
7	14		地質調査開始	38	14		
8	15	日	団長バギオ→マニラ	39	15		
9	16		〃 報告	40	16		
10	17		〃 マニラ→東京	41	17		
11	18			42	18		
12	19			43	19	日	
13	20			44	20		
14	21			45	21		
15	22	日		46	22		
16	23			47	23		
17	24			48	24		
18	25			49	25		
19	26			50	26	日	
20	27			51	27		団長 物探班, 分析 東京発→マニラ着
21	28			52	28		大使館, JICA, BED報告
22	29	日		53	29		団長 マニラ→バギオ
23	30			54	30		地質巡検
24	31			55	10/1		団長 地質, 地化探 バギオ→マニラ
25	9/1			56	2		物探班 マニラ→バギオ
26	2			57	3	日	物探開始
27	3			58	4		地質地化探検討会
28	4			59	5		〃
29	5	日		60	6		地質, 地化学帰国 団長 マニラ→バギオ
30	6			61	7		
31	7		地化学班 東京発→マニラ着	62	8		

日順	月/日	曜日	調査日程	日順	月/日	曜日	調査日程
63	10/9		物探(重力, 電気, 磁気)	94	11/9		
64	10	日		95	10		
65	11		団長 バギオ→マニラ	96	11		
66	12		// 中間報告	97	12		
67	13		// 帰国	98	13		
68	14			99	14	日	
69	15			100	15		
70	16		分析 帰国	101	16		
71	17	日		102	17		
72	18			103	18		
73	19			104	19		
74	20			105	20		
75	21			106	21	日	
76	22			107	22		
77	23			108	23		
78	24	日		109	24		
79	25			110	25		物探 バギオ→マニラ
80	26			111	26		
81	27			112	27		団長 東京→マニラ
82	28			113	28	日	
83	29			114	29		データ整理・図化
84	30			115	30		//
85	31	日		116	12/1		物探, 地質総合検討会
86	11/1			117	2		//
87	2			118	3		中間報告会
88	3			119	4		帰国挨拶
89	4			120	5	日	団長 物探 マニラ発→東京着
90	5						
91	6						
92	7	日					
93	8						

現地調査

担当	氏名	昭和57年			
		8/8 8/17	9/7	9/27 10/6 10/13 10/16	11/28 12/5
団長	坂井定倫	(10)		(17)	8
地質	松永永勇		(60)		
"	中野啓二		(60)		
地化学	脇田健治		(30)		
分析	奈良正広			(20)	
物探	服部旭				(70)
"	福田浩				(70)
"	賀来学				(70)
"	松久保和人				(70)

報告書ドラフト説明

		昭和58年
		3/9 3/13 3/16
団長	坂井定倫	(5)
物探 (副団長)	服部旭	(8)

1 - 5 調査団の訪問機関

○ 在フィリピン共和国日本大使館

○ 国際協力事業団マニラ事務所

所長 三浦敏一氏

中村三樹男氏

○ エネルギー省 (Bureau of Energy)

Wenceslao R. de la Paz, Director

Arthur Saldival Sali, PhD Deputy Director

○ PNOG (Philippine National Oil Company)

Arturo P. Alcaraz, PhD Geothermal Consultant

○ NPC (National Power Corporation)

Rogellio Datuin, PhD Senior Engineer Specialist

Professor, Univ. of the Philippines

○ Benguet Province

Governer

○ Itogon Municipality

Mayor

第2章 フィリピン共和国の一般事情

第 2 章 フィリピン共和国の一般事情

2-1 位置・地形・気候

フィリピン共和国 (The Republic of the Philippines) は、太平洋、南シナ海、スル海およびセレベス海によって囲まれた群島であり、大小 7,109 の島々からなっているが、1 平方マイル以上のものは 466 にすぎず、それらのうち最大の 11 島だけでフィリピンの全国土面積の 95% を占めている。

面積は 299,404 km^2 で、日本の本州と北海道を合わせた面積に近く、群島中では北部の Luzon (ルソン) 島が大きく、南部の Mindanao (ミンダナオ) 島がこれに次ぎ、両島の面積は全群島の面積の 7 割を占める。

海岸線の総延長は 18,533 km であり、日本のそれよりも長い、遠浅の所が多いため良港は少ない。

地形は日本と同じく島弧の延長方向に伸びる山脈が走っており、Luzon 島の中央平原および Samar 島の南部平原を除いて、一般に山地が主体となっている。全島は南北に通ずる太平洋火山系に属しているが、Luzon 島より Leyte 島を経て Mindanao 島に通ずる火山帯と Negros 島、Sulu 諸島の火山は別の独立した火山帯に属するといわれている。約 50 の火山があり、その中の 13 はいまなお活動中であり、しばしば地震もある。

フィリピン第 1 の川は Mindanao 島の Mindanao 川で全長 531 km 、第 2 は Luzon 島の Cagayan 川で全長 354 km (利根川は 322 km) である。フィリピンの河川は、雨量に富んでいるのと、森林と山地の起伏が多いため、いずれも水量が豊富である。山は Mindanao 島の Apo 山 (2,954 m) が最高であり、調査地域に近い Pulog 山 (2,929 m) がこれに次ぐ。

フィリピンの気候は熱帯モンスーン型であり、年平均温度は 27℃ (東京は 14℃) である。暑い期間すなわち 5 月から 10 月 (雨季) の温度は 28~30℃、涼しい期間 11 月から 4 月 (乾季) の温度は 25~26℃ であるが、最近は何年によってかなり変化がみられる。

6 月から 10 月にかけては台風がしばしばフィリピンを襲う。モンスーンや台風はフィリピン通過の際、雨をもたらすが、その降雨の量によって 1 年を大きく乾季 (11 月~4 月) と雨季 (5 月~10 月) とに分けることができる。

Table 1-2-1 フィリピンの年間気温、湿度、降雨量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気 温 (°C)	平均	25.7	26.2	27.5	29.0	29.4	28.6	27.9	27.3	27.4	27.6	27.5	26.2
	最高	29.5	30.2	31.8	33.1	33.4	32.1	31.2	30.4	30.6	31.0	30.5	29.0
	最低	22.2	22.4	23.5	24.9	25.7	25.3	24.8	24.4	24.4	24.4	23.7	22.9
湿度(%)		73	69	63	65	69	76	79	82	81	77	76	75
雨量(mm)		133	54	11.7	22.6	116.3	290.4	394.1	489.4	350.7	197.8	130.1	65.5

2-2 人 口

人口は1980年5月の国勢調査では約4,790万人であった。人口増加率は1980年で2.71%とかなり高い。人口構成では青少年層が多いことに特徴があり、人口の75%は25才以下、4.4%を15才以下の人が占め、全国民の平均年齢は17才といわれている。人口の急増に対処するためフィリピン政府は家族計画の普及に努力しており、日本政府も1974年より機材を中心としたプロジェクト方式の技術協力を実施している。1980年には、総人口の半分以上(54.2%)がLuzon島に、四分の一弱(23.1%)はViayas諸島に、五分の一強(22.7%)はMindanao島に住んでいる。

人口密度は1975年5月現在の統計によれば、Manila周辺は1km²につき7,814人と最も高く、次いで中央Luzonが231人で、Luzon島北東部は約85人となり、北部Luzonは人口希薄である。また1979年現在の全国平均人口密度は159人である。

フィリピンは単一民族ではなく、各民族の混血民族であり、それがさらに42~43の部族的集団から構成されている。住民の大部分はマレー人種で、今日普通フィリピン人と呼ばれるものは、この種族中キリスト教徒を指している。

フィリピン在来の言語はマレー・ポリネシア系に属し、70種以上の言語が話されており、非常に多様化しているので、相互に意志を通じえない場合も珍しくない。但し、英語およびタガログ(Tagalog)語が公用語とされている。人口の半分以上はタガログ語を話す。学校における授業では英語が使われることが多い。

2-3 経 済

戦争で著しい打撃を被ったフィリピン経済は、戦後急速に回復、1949年にすでに戦前最高の水準にまで達したが、その産業、輸出構造は、砂糖、ココナツ油、銅、木材等の一次産品が中心であった。

60年代、フィリピン政府の経済政策は、貿易為替の統制を撤廃し、自由市場レートを導入したデコントロール政策(1962年)、外貨リテンションの撤廃(1965年)、大幅金融緩和策(1966年)等に見られるように、貿易、産業の拡大がその主眼であった。このような政策は、一方において確かに工業化の進展、産業活動の活発化をもたらしたが、他方、財政赤字、国際収支悪化を招き、1963~65年、1967~69年と、内外の需要抑制による物価上昇および外貨準備減少にたいする防衛を迫られるなど、経済成長の鈍化を余儀なくされた。

しかしながら、67-69年の場合には、引締め政策によっても事態は好転せず、70年2月、政府は経済安定計画に基づき、IMF等からのスタンバイ・クレジットを取り付けるとともに、変動為替相場制に移行、実質的にペソを切り下げた。さらに財政支出、中央銀行貸出、新規対外借入れの削減等、一連の緊縮政策をとった。また、72年9月には、戒厳令布告により、経済的措置として、④農地改革宣言、⑤対外債務の償還保証、外貨預金の保護、⑥公益事業の政策管理、⑦内国裁入法典、関税改正、⑧隠匿所有の自主的申告に対する特別減税率の適用等がとられた。71-72年は、これらの新政策の調整過程にあり、またLuzon島が大洪水に見舞われ、一時的に停滞の感があった。しかし、戒厳令以後は治安が大幅に改善され、さらには比較的機敏な経済政策運営、政府行政効率の向上などもあり、また、おりからの3年にわたる国際的(とくに日本および米国)な好況と相まって、1970-1974年平均で6.4%のGNP成長率を示した。しかしながら、1次産品中心の産業・輸出構造に大きな変化はなく、このため74年下半年以降は、先進工業国とくに日本、米国の景気後退に伴う主要産品の輸出不振、石油価格の上昇等による輸入の増大から、国際収支赤字が顕在化し、75年には5億ドルをこえる大幅な総合収支の赤字に陥り、経済成長も6%を割った。これに対して政府は、大量の対外借入れおよび積極的財政政策によって、経済のいつその停滞をくい止め、76,77年には、比較的順調な成長軌道にのせている。また、1978年に始まった経済開発5ヶ年計画は、年間国民総生産7-8%とインフレ率7%維持を具体的目標に掲げ、⑨社会開発及び社会公正の確保、⑩食糧、エネルギーの自給努力、⑪安定した高成長達成、⑫物価・国際収支の安定、⑬後進地域の開発、⑭生活環境の改善、⑮国内治安と協調的国際関係の保持を主要政策目標にかかげており、とくに経済開発の面においては、非常に積極的な姿勢をみせている。しかしながら、この裏には対外債務累積の危険および財政赤字の慢性化があり、この2点に関しては今後も注意を払う必要がある。

現在のフィリピン経済の構造を見ると、経済が一部のグループに集中支配され、その民主化が十分進んでいないといった一般の問題に加え、輸出産業が依然1次産品中心であること、産業および人口の大都市(とくにManila地区)への集中が著しいこと、失業率が高いこと、エネルギー資源の大半を輸入原油に依存していること等の問題を内包している。フィリピン政府は、農業の生産力向上に重点をおくとともに、輸出産業、輸入代替産業の振興、輸出市場の多角化、

国産エネルギー資源の開発，産業の地域分散と地場産業の振興，人口政策等に力を傾注している。フィリピンは，銅，ニッケル，木材等の天然資源に恵まれ，識字率が約80%と国民の教育水準も高く，その多くが国際語たる英語を理解すること，また，優秀な民間実業家，整備された金融制度といった特性を有しており，経済発展の有力な原動力と言えよう。

Table I-2-2 フィリピンの経済成長率

単位：成長率(%)

	1980年暫定		1980年改訂後		1981年見通し	
	名目	実質	名目	実質	名目	実質
1. GDP	22.7	5.2	21.6	5.8	20.2	5.5
個人消費支出	23.5	4.8	23.5	4.8	19.4	5.2
政府支出	15.7	4.5	17.3	4.8	25.7	6.7
総国内資本形成	19.8	3.3	23.4	6.0	17.6	1.7
A 固定資本形成	20.6	5.8	25.1	8.9	14.9	1.0
1. 建設	20.4	7.4	26.9	9.6	22.5	8.0
(a) 政府	22.0	8.8	22.0	5.0	21.4	7.0
(b) 民間	19.2	6.3	30.7	13.2	23.3	8.7
2. 耐久設備	20.8	4.2	23.0	8.3	6.0	△5.4
B 在庫品増加	15.7	△8.3	15.7	△8.3	31.6	5.7
輸出	31.3	15.9	30.7	15.5	11.6	6.4
輸入	29.9	6.5	29.8	6.5	13.4	0.6
2. GNP	22.1	4.7	21.1	5.4	20.5	5.4
農林漁業	16.6	4.4	11.0	4.9	23.9	5.1
鉱業	29.2	10.1	39.3	4.8	14.2	5.0
製造業	24.2	5.1	24.7	5.9	18.1	6.0
建設	25.3	5.7	31.2	9.7	24.0	7.5
電気・ガス・水道	55.2	16.4	30.1	8.5	20.4	8.0
運輸・通信	34.1	5.4	32.9	4.6	17.5	5.0
商業	24.3	5.3	22.9	5.5	22.9	5.8
サービス	16.7	4.9	19.5	5.8	17.2	6.0

第3章 フィリピンのエネルギー開発

第 3 章 フィリピンのエネルギー開発

3-1 エネルギー政策

1977年エネルギー省(Ministry of Energy)が組織されて以来、同国のエネルギー源として輸入石油依存の率を軽減すべく、国産エネルギー開発の政策が強力に押し進められてきた。政策の骨子は国家経済の発展目標を達成すべく、充分で安定したしかも環境問題とも適合できる経済的なエネルギー開発を行うことで、その達成方法についてのガイドラインが示されている。即ちこれは ①NEDA(National Economic Development Authority)で決められた国土開発計画に従って、その社会的経済的優先順位に沿って、充分なエネルギーを必要な時期に秩序よく供給すること、②エネルギーの利用に当って有効で賢明な利用を行い、可能な限り国産の再生可能なエネルギー源に変更すること、③上記の目的を達成するために環境的に受け入れられる仕様をとることとされている。

これによって、従来石油に依存していたエネルギーの92%(1979年度)を代替エネルギーの開発によって、1989年には56%までに減ずることを政策目標としている。

Table I-3-1 エネルギー消費量の推移(石油換算百万バレル)

	1965	1970	1975	1976	1977	1978	1979
総 量	36.5	58.1	74.0	77.1	82.8	86.6	91.9
石 油 %	93	94	95	93	95	94	92
非石油 %	7	6	5	7	5	6	8

Table I-3-2 エネルギー消費予測(石油換算百万バレル)

	1979	1984	1989
総 量	91.9	134.75	184.62
内 訳			
輸 送	35.7%	30.5%	26%
工 業	42.8	47.5	51
商 業	13.1	13.5	14
家 庭	8.4	8.5	9
石油の占める比率	91.4%	69.0%	56.2%

3-2 エネルギー消費の動向

1960年代のフィリピン人口は36百万人でそのエネルギー消費量は、石油換算一人当たり1.1バーレルであった。

しかし、1970年代の後半には人口47百万人に増加し、1人当りのエネルギー消費量も2.0バーレルと増加している。一方NEDAによって予測された将来の消費量は、1989年迄に人口は57百万人となり、総エネルギー消費量は185百万バーレル、1人当たり消費量3.24バーレルと飛躍的に増加することが予測されている。

一方電力に使用されるエネルギーは、今後10年間で総エネルギー消費量の31%から38%と増加するが、その成長率は工業の地方分散と僻地に対する電気の供給政策により、Luzon島よりMindanao島・Visayas諸島が増加率として高くなっている。

Table I-3-3 電力増加率（石油換算百万バーレル）

	1979	1984	1989
総量 百万バーレル	91.9	134.75	184.62
電力 %	30.7	35.4	37.8
非電力 %	69.3	64.6	62.2

Table I-3-4 電力部門の内訳（石油換算百万バーレル）

	1979		1984		1989	
	量	%	量	%	量	%
水力	5.84	6.4	12.58	9.3	23.55	12.8
石炭	0.30	0.3	5.93	4.4	11.41	6.2
石油	20.70	22.5	18.69	13.9	11.41	6.2
地熱	1.33	1.5	8.72	6.5	13.48	7.2
原子力	—	—	—	—	6.46	3.5
その他	—	—	1.76	1.3	3.54	1.9
計	28.17	30.7	47.68	35.4	69.85	37.8

3-3 エネルギー開発

3-3-1 石油および天然ガス

石油天然ガス開発は他の投資に較べて多大の開発リスクが伴うので、1972年大統領令 No. 87により外国企業もサービスコントラクトの道を開いており、開発に成功したコントラクターには、リスクに見合うだけの報酬を与えることになっている。現在の契約は各々の鉱区に対し、1年間に3本の井戸掘削を要求している。NIDOコンプレックスに於ける油田の発見と生産により勇気づけられて、同国の石油開発の長期10年計画(1980~1989)が立案されているが、それは200本の調査井を掘削することで、このうち51本は陸地、149本が海上で掘削されることになっている。また、物理探査としての地震探査は今後10年間で総延長61,000kmが実施の予定である。

1979年中半以降、NIDO地帯からの国産石油生産量は、40,000バレルとなっている。1980年度の石油生産量は14百万バレルで、同国石油消費量の16%に相当している。これは1979年の石油値段で3億24万ドルの外貨を節約したことになる。長期開発計画によれば、1980年の14百万バレルから1984年には29百万バレル、1989年には47百万バレルの国産石油生産を意図している。

Table I-3-5 国産石油生産見通し

	生産計画 (百万バレル)	石油消費量 (百万バレル)	国産石油比率 (%)
1980	14	86.9	16.1
1981	19	89.7	21.2
1982	19	92.7	20.5
1983	25	94.7	26.4
1984	29	94.9	30.6
1985	34	96.9	35.1
1986	40	94.6	42.3
1987	45	97.6	46.1
1988	47	99.9	47.0
1989	47	105.9	44.4

3-3-2 石炭

現在採掘されている同国の石炭の性質は、亜れきせい炭で熱量からいえば低カロリーのものであるが、発電用ないしはセメント工業用としては使用に適しており、石油より転換可能と考

えられる。カガヤンバレーやセミララ島の露天掘炭田を除いて、大部分の石炭鉱山は坑内掘り炭層の厚さも3～5フィート程度である。政府は将来の石炭需給に適合させるため、電力会社の火力発電を石油から石炭に転換させる計画を進めている。この計画が順調に進めば1980年の42万トンの生産見込みから1989年には603万トンに増加すると考えている。

同国に於ける石炭の埋蔵量は、現状の探査努力を続けるなら現在の埋蔵量175百万トンから1989年には6億トンに増加することが期待されている。

Table I-3-6 石炭生産の推移

年 度	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
生産量(千トン)	39	50.7	105.1	122	284.6	254.5	280

3-3-3 ウラニウム

将来建設予定の原子力発電所の燃料を国産ウラン資源によってまかなうべく、既に探査が開始されている。探査は全国的規模でエアボーン調査が計画されており、先づ地域の優先順位を決め引続いて地質、地化探、物理探査を行い、テスト試錐を実施することになっている。政府によって実施される全国的規模の調査に続いて、有望地域はブロックに分けられ、開発と生産は興味をもつ民間企業にゆだねることになっている。

現在まで実施されたウラン探鉱は、Camarines-Norteでウラン鉱化作用の地域が確認されている。そして253ヘクタールの鉱区に対し、Getty MiningとBenguet Consolidatedの2社により、探鉱が行なわれている。現在解っている有望地域は6ヶ所で、Ilocos Norte, Masbate, Camarines-Norte, Isabela, Mindoro島である。有望な探査地域は4万平方キロで探査の技術経済援助についてオーストラリア政府と交渉中である。

Table I-3-7 ウラン探鉱実績表

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	計
試錐孔	5	9	10	32	25	12	93
延長(ft)	1,968	3,739	4,625	18,499	16,400	7,300	52,531

3-3-4 水力資源

フィリピンは年間を通じて多雨の国であり、水力資源を有効に使用すれば発電のみならず、洪水のコントロール、農業用水、飲料水等に今後まだ十分に活用できるものと考えられている。

現在の水力発電設備は下記のとおりである。

Table I-3-8 水力発電設備一覧表

発電所	場所	設備年月	M	W	年平均GWH
アンブクラオ	ベンゲット	1956年12月	75		398
アングット	ブラカン	1967年9月	212		552
ビンガ	ベンゲット	1960年5月	100		437
カラリヤ	ラグナ	1960年2月	32		188
アグスⅣ	イリガン	1953年4月	200		1,066
パンタバニガン	ヌエバエシヤ	1977年7月	100		450
アグスⅡ	イリガン	1976年11月	180		875
合	計		899		3,966

即ち、現在NPC (National Power Corporation) で発電している設備能力は約90万kWに過ぎないが、そのポテンシャルは約8百万kWが見込まれ、そのうち4,273 Mwについて計画が検討されている。また、小水力資源として88.7 Mwの可能性をも有しているが、そのマーケットやデータの不確実性のため実際の開発計画はまだない。

