

マイクロ
フィッシュ作成

No

フィリピン共和国
カガヤン川上流デイドヨン水力発電
開発計画調査
中間報告書

1979年3月

国際協力事業団

鉦計資

79-50

フィリピン共和国
カガヤン川上流デイドヨン水力発電
開発計画調査
中間報告書

JICA LIBRARY



1045992[3]

1979年3月

国際協力事業団

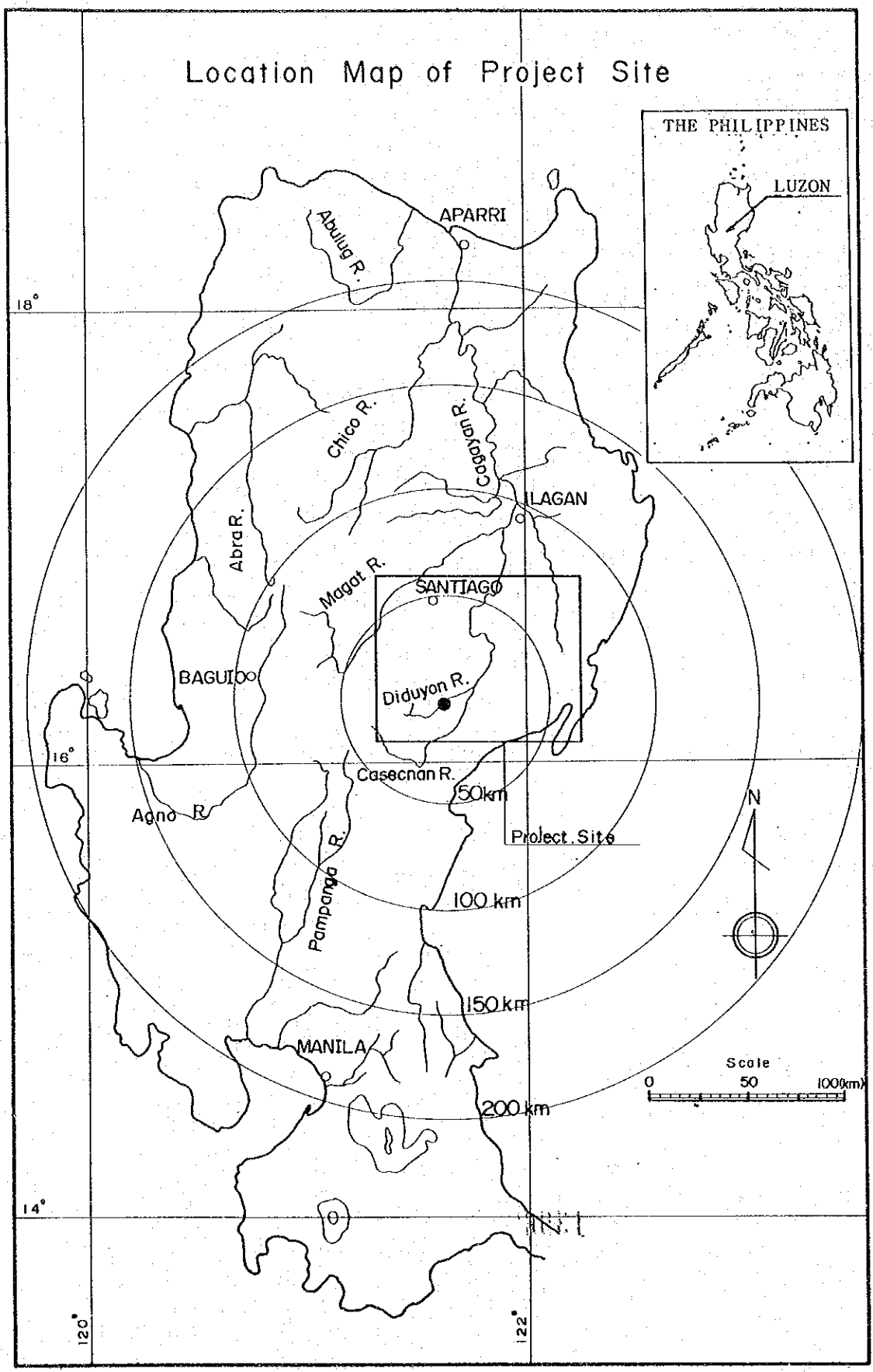
鉦計資

CR(3)

79-50

国際協力事業団	
受入 期	84.8.24
登録No.	13965
	118 643 MPN

Location Map of Project Site





General Plan of Project

Upper Cagayan River
 Diduyon Hydroelectric Project
 The Republic of The Philippines
 Japan International Cooperation Agency

General Plan of Project

March 1979

目 次

第 1 章 序 論	1-1
1-1 経 緯	1-1
1-2 調査の目的と内容	1-2
1-2-1 調査の目的	1-2
1-2-2 調査内容	1-2
1-3 調査団の編成	1-3
第 2 章 要 約	2-1
2-1 現地踏査結果	2-1
2-2 開発計画案の検討・評価	2-1
2-2-1 ダムサイト	2-2
2-2-2 開発形式	2-2
2-3 調査工事実施計画の立案	2-3
2-3-1 地上測量	2-3
2-3-2 地質調査工事	2-3
2-3-3 材料試験	2-4
2-3-4 その他	2-4
第 3 章 電源開発計画	3-1
3-1 フィリピンの経済情勢	3-1
3-2 エネルギー情勢	3-2
3-3 フィリピンの電力情勢	3-3
3-4 ルソングリッドの電源開発計画	3-4
第 4 章 流域の特性	4-1
4-1 地 形	4-1
4-2 地 質	4-1

第 5 章	計画地点の地形	5-1
5-1	デイドヨン川	5-1
5-2	計画ダム地点	5-1
5-2-1	No.2ダムサイト	5-2
5-2-2	No.3ダムサイト	5-3
5-3	水路および発電所地点	5-3
第 6 章	水 文	6-1
6-1	気 象	6-1
6-2	水 文 資 料	6-3
6-3	現地踏査結果	6-3
6-4	水文観測設備の設置	6-5
6-5	河 川 流 量	6-5
第 7 章	地 質 調 査	7-1
7-1	ダムサイト	7-1
7-1-1	No.1ダムサイト	7-1
7-1-2	No.2ダムサイト	7-1
7-1-3	No.3ダムサイト	7-2
7-2	地上式一段開発	7-3
7-2-1	発 電 所	7-3
7-2-2	水 圧 鉄 管 路	7-3
7-2-3	水路トンネル	7-4
7-3	地下式上流開発	7-4
7-4	原 石 山	7-4
第 8 章	輸 送 計 画	8-1
8-1	輸 送 ル ー ト	8-1
8-1-1	マニラ港起点	8-1
8-1-2	サン・フェルナンド港起点	8-2

8-1-3	カサンバランガン港起点	8-2
8-2	林道	8-2
8-3	工事用道路	8-3
第9章	送電計画	9-1
第10章	環境調査	10-1
10-1	環境要素の現況	10-1
10-1-1	物理的環境	10-1
10-1-2	生物的環境	10-2
10-1-3	社会的環境	10-3
10-2	プロジェクトの影響	10-4
10-2-1	物理的環境への影響	10-4
10-2-2	生物的環境への影響	10-5
10-2-3	社会的環境への影響	10-5
10-3	環境問題対策	10-6
10-4	移住再建計画	10-6
10-4-1	移転計画の基本的な考え方	10-6
10-4-2	移転計画案	10-6
第11章	農業調査	11-1
11-1	カガヤン川上流の農地の現況	11-1
11-2	ディドヨン川流域の灌漑計画の検討	11-1
11-3	カガヤン本川両岸の対象地域の検討	11-2
第12章	経済財務検討	12-1
12-1	経済評価	12-1
12-2	財務分析	12-1

第 13 章	開発計画案の予備検討	13-1
13-1	比較案の選出	13-1
13-1-1	ダムサイト	13-1
13-1-2	ダム型式	13-2
13-1-3	放水口位置	13-3
13-1-4	水路系	13-3
13-1-5	開発方式	13-3
13-2	比較案の検討条件	13-5
13-2-1	検討の対象	13-5
13-2-2	検討の基礎資料	13-5
13-2-3	検討条件	13-6
13-2-4	比較案の評価	13-6
13-3	ダムサイトとダム型式の検討結果	13-6
13-3-1	No 2 ダムと No 3 ダムの比較	13-6
13-3-2	No 3 ダムサイトにおけるダムタイプの比較	13-7
13-3-3	考 察	13-8
13-4	開発方式の検討結果	13-9
第 14 章	調査工事実施計画	14-1
14-1	概 説	14-1
14-2	地形図の作成	14-1
14-3	縦横断測量	14-2
14-4	ダムサイト地質調査工事	14-4
14-4-1	No 3 ダムサイト	14-4
14-4-2	No 2 ダムサイト	14-4
14-4-3	原 石 山	14-5
14-5	水路調査工事	14-5
14-6	水槽・鉄管路・発電所関係調査工事	14-5
14-7	材 料 試 験	14-6
14-8	地質図の作成	14-7
14-9	流砂量調査	14-7

第 15 章	調査の現況と今後の工程	15-1
15-1	調査の現況	15-1
15-2	今後の工程	15-2

LIST OF TABLES

CONTENTS

		<u>Page</u>
Table 1 - 1	Division of Undertakings by the Philippines and Japan	1 - 6
Table 2 - 1	Data and Information Gathered during Field Reconnaissance	2 - 5
Table 2 - 2	Proposed Quantities of Ground Surveys	2 - 8
Table 2 - 3	Proposed Quantities of Geologic Explorations	2 - 10
Table 3 - 1	Existing Power Plants in Luzon Grid	3 - 5
	(as of June, 1978)	
Table 3 - 2	Luzon Grid Load Forecast Energy and Power 1978-2000 (Consumption and Generation)	3 - 6
Table 3 - 3	Generation Expansion Program	3 - 7
Table 3 - 4	Gross National Product, Population and per Capita GNP 1977-82 and 1987	3 - 8
Table 3 - 5	Planned Energy Consumption, 1977, 1982 and 1987	3 - 9
Table 3 - 6	Source Mix., 1977, 1982 and 1987	3 - 10
Table 3 - 7	Investment Requirements, 1978-82 and 1983-87	3 - 11
Table 3 - 8	National Power Profile : 1977	3 - 12
Table 3 - 9	Capacity Expansion Program, 1977, 1978-82, and 1987	3 - 13
Table 6 - 1	Locations of Rainfall Gauging Stations	6 - 6
Table 6 - 2	Locations of Discharge Gauging Stations	6 - 7
Table 7 - 1	Geological Comparison of Dam Sites	7 - 6
Table 15 - 1	Tentative Time Schedule of Survey Work	15 - 3
Table 15 - 2	Tentative Time Schedule of Drilling Work	15 - 4
Table 15 - 3	Tentative Time Schedule of Seismic Prospecting and Test Aditting	15 - 5
Table 15 - 4	Overall Schedule of the Study	15 - 6

LIST OF FIGURES

		<u>Page</u>
Fig. 3 - 1	Luzon Grid Energy (1975 to 2000)	3 - 14
Fig. 3 - 2	System Peak and Capability Curves	3 - 15
Fig. 5 - 1	Schematic Map of Diduyon River Basin	5 - 5
Fig. 5 - 2	River Profile and Drainage Area of Diduyon River Basin	5 - 6
Fig. 6 - 1	Most Upper Reaches of the Cagayan River	6 - 8
Fig. 6 - 2	Mass Curve at Diduyon No.3 Dam Site	6 - 9
Fig. 6 - 3	Discharge Duration Curve at Diduyon No.3 Dam Site	6 - 10
Fig. 7 - 1	Geological Map of Project Site	7 - 7
Fig. 10 - 1	Proposed Resettlement Area (1)	10 - 8
Fig. 10 - 2	Proposed Resettlement Area (2)	10 - 9
Fig. 10 - 3	Topographic Map of Project Area and Neighbor	10 - 10
Fig. 10 - 4	Municipalities in NUEVA VIZCAYA and QUIRINO Provinces	10 - 11
Fig. 10 - 5	Barrios in KASIBU Municipality	10 - 12
Fig. 11 - 1	Irrigable Area	11 - 3
Fig. 13 - 1	Plan of Alternative Alignments of Waterway	13 - 11
Fig. 13 - 2	Section of Alternative Alignments of Waterway	13 - 12
Fig. 14 - 1	Area of Topographic Survey and Mapping	14 - 8
Fig. 14 - 2	Plan of Geological Investigations	14 - 9
Fig. 14 - 3	Plan of Geological Investigations for No.3 Dam Site	14 - 10
Fig. 14 - 4	Section of Geological Investigations for No.3 Dam Site	14 - 11
Fig. 14 - 5	Plan of Geological Investigations for No.2 Dam Site	14 - 12

	<u>Page</u>
Fig. 14 - 6	Section of Geological Investigations for No.2 Dam Site 14 - 13
Fig. 14 - 7	Plan of Geological Investigations for Rock Material Site 14 - 14
Fig. 14 - 8	Section of Geological Investigations for Rock Material Site 14 - 15
Fig. 14 - 9	Plan of Geological Investigations for Headrace Tunnel 14 - 16
Fig. 14 - 10	Section of Geological Investigations for Headrace Tunnel 14 - 17
Fig. 14 - 11	Plan of Geological Investigations for Surgetank, Penstock Route, and Powerhouse 14 - 18
Fig. 14 - 12	Section of Geological Investigations for Surgetank, Penstock Route, and Powerhouse 14 - 19
Fig. 14 - 13	Plan of Geological Investigations for Underground Type Powerhouse (upperstream) 14 - 20
Fig. 14 - 14	Section of Geological Investigations for Underground Type Powerhouse (upperstream) 14 - 21
Fig. 14 - 15	Location for Sampling of Riverbed Materials and River Water 14 - 22

第 1 章 序 論

1-1 経 緯

1975年2月に国際協力事業団が実施した、“フィリピン共和国、カガヤンバレー地域、総合開発計画調査”によって、カガヤン川全流域河川における、地形上から見た可能なダムサイトとして、数十個所にのぼる地点を摘出した。その中にディドヨン地点も含まれている。

1977年末に、フィリピン共和国電力公社は、カガヤン川上流域の水力開発候補地点群について、開発の可能性および優先順位を明らかにするための調査の第一段階であるリコネッサンス・スタディの実施を決めた。

1977年12月1日から20日間に亘り海外コンサルティング企業協会の活動振興事業からの補助のもとに調査団（新日本技術コンサルタント）により、候補地点群の現地踏査を実施した結果、最優先地点として、それまでの候補であったカビンガタン地点に代る地点としてディドヨン水力開発計画案を提唱した。

フィリピン政府は、この提案に基づき最優先計画地点であるディドヨン水力開発計画について、次段階の調査であるフィージビリティ・スタディの実施を決定し、その実施を日本政府に要請した。

日本政府はこれを受諾し、その実施を国際協力事業団に委託し今回の調査になったものである。

国際協力事業団は、池田正時（新日本技術コンサルタント）を団長とする、総計11名の専門家からなる第1次調査団を編成し、1978年7月6日より同年8月19日亘る45日間、調査団を現地に派遣し、現地踏査、資料収集を実施した。

調査団は帰国後、現地における調査結果並びに収集された資料に基づき、基本計画の検討および調査工事計画を立案し、この調査工事を実施するため、5名の専門家よりなる第2次調査団を編成して、1979年1月16日に現地に派遣した。

この調査工事は、水文観測、地形測量、物理探査、ボーリング、試掘坑、材料試験を含む各種の調査で、1979年8月末に完了の予定である。

この報告書は、今回実施しているフィージビリティ・スタディの第一段階としての現地踏査、資料収集、基本計画検討、調査工事実施計画立案を骨子とする中間報告である。

1-2 調査の目的と内容

1-2-1 調査の目的

本調査は、ディドヨン水力発電所の開発計画に関して、技術的ならびに経済的・財務的の見地から開発の可能性を検討評価し、開発の意志決定を行なう基礎資料となり得るようなフェージビリティ・スタディを行なう事を目的としている。

このディドヨン水力発電所の計画は、フィリピン共和国・ルソン島の北東部を南北に北流するルソン島最大の河川カガヤン川の上流域にあり、支流アダラム川の上流ディドヨン川に位置する。

1-2-2 調査内容

ディドヨン水力発電開発計画のフェージビリティ・スタディは、業務の内容と順序によって下記のように3段階に別けて実施する。

第一段階（6ヶ月）

- (1) 調査団による現地踏査・資料収集及び現地政府諸機関との打合せ
- (2) 基本資料の整理、検討及び解析
- (3) 現地調査、踏査、結果に基づく開発計画案の再検討と比較案の策定および評価
- (4) 地質調査工事実施計画の立案
- (5) 航空写真測量による地形図の作成
- (6) 水文観測所の設置及び継続観測

第二段階（8ヶ月）

- (1) 地質調査工事の実施
(ボーリング、物理探査、試掘横坑、材料試験等)

(2) 地形図の作成

(3) 水文継続観測

第三段階（8ヶ月）

- (1) 新規作成の地形図、地質調査及び水文観測資料を基にした計画案、比較案の修正、再検討
- (2) 最適開発案に対するフェージビリティ精度での設計、数量積算、施工計画及び事業費の算定
- (3) 開発計画案に対する経済、財務、環境的観点からの評価

以上の業務の内、下記の項目については、フィリピン側が実施し、その成果を調査団が用いているものである。

- (1) 地形図の作成
- (2) 地質調査工事の実施
- (3) 水文機器の設置及び継続観測

この業務の分担、すなわち、調査団とフィリピン側との作業の分担については、第1回目の調査団派遣の際、詳細に打合せを行った。

Table 1-1にその内容を示す。

1-3 調査団の編成(1979年3月末日現在)

団長 池田正時 ㈱新日本技術コンサルタント

調査期間 海外事業本部

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.19 (45日間)

2回目 1979.1.16 ~ 1979.2.15 (31日間)

団員 末森 満 国際協力事業団

(業務調整) 鉱工業計画調査部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.7.21 (16日間)

団員 千秋賀弘 ㈱新日本技術コンサルタント

(土木) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.19 (45日間)

団員 土居元之 ㈱新日本技術コンサルタント

(土木) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.19 (45日間)

団員 高 知 巧 ㈱新日本技術コンサルタント
(輸送) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.19 (45日間)

団員 弓削田 英 男 ㈱新日本技術コンサルタント
(地質) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.19 (45日間)

2回目 1979.1.16 ~ 1979.2.14 (30日間)

団員 珠 玖 泰 吉 ㈱新日本技術コンサルタント
(財務・経済) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.5 (30日間)

団員 関 村 芳 郎 ㈱新日本技術コンサルタント
(電気) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.5 (30日間)

団員 出 口 直 彦 ㈱新日本技術コンサルタント
(環境) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.5 (30日間)

団員 山 口 善三郎 ㈱新日本技術コンサルタント
(農業) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978.7.6 ~ 1978.8.5 (30日間)

団員 芳野 康夫 ㈱新日本技術コンサルタント

(航測監理) 海外事業本部

調査期間

1回目 1978. 7. 6 ~ 1978. 11. 2 (120日間)

団員 柴田 正 ㈱新日本技術コンサルタント

(ボーリング監理) 海外事業本部

調査期間

1回目 1979. 1. 16 ~ 1979. 3. 31 (75日間) 継続中

団員 村上 哲 ㈱新日本技術コンサルタント

(材料試験監理) 海外事業本部

調査期間

1回目 1979. 1. 16 ~ 1979. 3. 26 (70日間)

団員 川里 真介 ㈱新日本技術コンサルタント

(物理探査監理) 海外事業本部

調査期間

1回目 1979. 1. 16 ~ 1979. 3. 31 (75日間) 継続中

Table 1-1 Division of Undertakings by
the Philippines and Japan

<u>Working Item</u>	<u>Japan</u>	<u>Philippines</u> <u>(thru NAPOCOR)</u>
1. Drilling work and permeability test	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selection of drilling locations 2. Preparation of drilling spec. 3. Supervision of drilling works 4. Geological assessment of boring cores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procurement, transport and erection of drilling machines 2. Drilling work and permeability test 3. Removal of drilling machines after finish of field operations 4. Arrangement of core and preparation of boring log
2. Seismic prospecting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Identification of locations and areas for seismic prospecting on maps and in the field 3. Free lending of devices 4. Field supervision 5. Analysis of seismic exploration 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out of seismic prospecting including provision of technicians and laborers and explosives and necessary topographic surveying 2. Recording of measurement results
3. Test aditting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Identification of locations on maps and in the field 3. Preparation of spec. 4. Geological assessment 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out of test aditting including provisions of explosives, necessary survey, selection of contractor, supply of consumables, maintenance and repairs, supply of spare parts, disposal of spoil and supply of timbering

<u>Working Item</u>	<u>Japan</u>	<u>Philippines</u> <u>(thru NAPOCOR)</u>
4. Laboratory soil test	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Identification of locations for sampling on maps and in the field 3. Preparation of spec. 4. Supervision of soil test 5. Analysis of data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sampling and transport of sampled materials to the laboratory. 2. Carrying out of laboratory test 3. Recording of test results 4. Transmittal of test results to the JICA Study Team
5. Preparation of geological maps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determination of area to be included in geological maps on maps and in the field 2. Preparation of spec. for geological maps 3. Geological assessment based on geological maps 4. Additional field reconnaissance 5. Final geological assessment after finish of field geological explorations 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detailed field reconnaissance 2. Preparation of geological maps
6. Aerographic survey and mapping (1/10,000, 1/1,000)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Determination of area 3. Preparation of spec. 4. Decision of control points and important points by dispatch of one expert for 4 months 5. Supervision of aerographic survey and mapping 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparation of working plan 2. Collection of available aerophotos 3. Survey of control points 4. Management of progress of survey of control points 5. Setting of control points 6. Photographing 7. Aerial triangulation 8. Mapping

<u>Working Item</u>	<u>Japan</u>	<u>Philippines (thru NAPOCOR)</u>
7. Trench excavation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Determination of locations 3. Preparation of spec. 4. Geological assessment after finish of trench excavation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out and supervision of trench excavation
8. Ground survey	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programming 2. Determination of locations 3. Preparation of spec. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carrying out of ground survey 2. Production of survey maps
9. Additional hydrological observations	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selection of site for installation of water level recorder 2. Selection of five sites for installation of rainfall gauge 3. Preparation of discharge gauging (sites, method and time interval) 4. Planning of sediment discharge measurement 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procurement and installation of water level recorder and rainfall gauge 2. Observation and recording of water level and rainfall 3. Discharge observation 4. Survey of river cross section 5. Preparation of rating curve 6. Measurement of sediment discharge
10. Agricultural investigation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Field survey on agricultural activities in the proposed reservoir area 2. Preliminary plan on resettlement program 3. Feasibility on expansion of irrigable area by utilizing the droughty year discharge increased by the dam construction of the Project 4. Field survey on irrigable area 5. Investigations on benefits of irrigation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Assistance in collection of necessary data and information 2. Execution of soil tests for agricultural investigation

<u>Working Item</u>	<u>Japan</u>	<u>Philippines</u> <u>(thru NAPOCOR)</u>
11. Environmental assessment	<ol style="list-style-type: none"> 1. To clarify environmental impacts arising from the development of the Project 2. Study on unfavorable environmental impacts 3. Countermeasures against the avoidable impacts from among unfavorable environmental impacts 4. Study on unavoidable environmental impacts 5. Data collection required for environmental assessment 6. Study and analysis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Assistance in collection of necessary data and information 2. Execution of water quality tests sampled by the JICA Study Team

第 2 章 要 約

フィリピン共和国カガヤン川上流ディドヨン水力発電開発計画に関するフェージビリティ・スタディの調査は、1978年7月から1980年3月までの21ヶ月の期間をもって実施されるものである。

これの実施については、業務の内容と順序によって三段階に別けて実施するが、本中間報告は、第一段階の調査結果をまとめたもので、その主な業務内容は、海外業務として調査団による現地踏査、資料収集であり、国内業務として開発計画案の検討・評価並びに、この開発案に対する調査工事の実施計画の立案である。

これ等業務について実施した結果を要約すると次の通りである。

2-1 現地踏査結果

- (1) No.2 ダムサイトは、リコネッサンス・スタディで計画案として採用されていたものであるが、河川勾配、地形、地質等踏査の結果、No.3 ダムサイトについても、比較の対象とする。
- (2) 計画地域内道路状況は、予想以上に林道が開発されていて、整備次第で今後の調査工事に使用出来る事が判った。
- (3) 輸送計画、送電線、環境農業、等広範囲に亘る調査についても、NPC並びに関係諸機関の協力を得て当初予定していた調査並びに資料の収集に十分な成果が得られ、結果として本計画の推進に特に支障となる様な要素はないものと判断した。
- (4) 経済・財務に関しては、検討・分析に必要な事項について協議の結果、原則的な考え方、目的、並びに具体的な作業方法等、双方において確認了解を得る事が出来、これらを実際に行う場合の基礎資料についても入手する事が出来た。
- (5) 航空写真測量については、現地の気象状況、工期等の事由から、諸撮影の写真を利用図化する地形図として、主要構造物附近(1/5,000)の追加と計画全域(1/10,000)を作成するものとし、当初予定の主要構造物附近(1/1,000)地形図については、実測にて作成する事とした。
- (6) 現地で収集した資料は、Table 2-1の通りです。

2-2 開発計画案の検討・評価

調査団による現地踏査並びに収集資料を基として、計画の比較案を策定し、開発計画案の再

検討を行い、これらを評価した。

この検討の目的は、ディドヨン地点の最適計画案を選定し、これに基づく調査工事の実施計画立案の基とするものである。

この検討に使用する目的で実施を進めていた縮尺 1/5,000 地形図は、完成が遅れたため、諸存の縮尺 1/50,000 地図の拡大したものを使用せざるを得なかった。

この検討の結果を総括すると、次の事が挙げられる。

2-2-1 ダムサイト

ダムサイトは、No 2、No 3 を選定し、ダムタイプ並びにダム高を変えて検討した結果は次の通りである。

ダム	No 2	No 3	No 3
ダムタイプ	フィルタイプ	フィルタイプ	コンクリートタイプ
ダム高標高(ELm)	670 ~ 680	670 ~ 680	670 ~ 680
B/C	1.226 ~ 1.237 ~ 1.231	1.279 ~ 1.277 ~ 1.282	1.360 ~ 1.326
B-C (10 ⁶ ¥)	59.7 ~ 71.0	78.6 ~ 88.7	95.5 ~ 99.1

上表から見て、ディドヨン水力開発に適したダムサイト並びにタイプは、No 3 コンクリートダムで、ダム高は、高くする方が有利であると言える。

しかし、検討の条件において、地形図の精度、地下地質状態未調査による推定値の精度、鞍部構造の不明など、評価に大きく影響するものと判断されるため、今後の調査工事実施には、No 3 ダムのみでなく、No 2 ダムについても、問題点については共に調査すべきである。

2-2-2 開発形式

開発形式については、左岸ルートにおける地上式 2 案と地下式 2 案が検討の対象に選定され、これらの経済比較の結果は、次表の如くなる。

項目		地上式				地下式	
		一段開発	二段開発			下流案	上流案
			上流 p/s	下流 p/s	計		
B/C		1.326	1.196	1.647	1.294	1.312	1.351
B-C	10 ⁶ ¥	99.1	49.1	44.5	93.6	97.1	107.2

この表から見て、最とも適した開発形式として地下式上流案が選ばれ、次の順位として地上式一段開発案を選ぶことが出来る。

現在の検討段階で、地下式を最適開発案として選ぶには、未調査地点であること、地下発に対する多くのリスク、並びに問題点を合せ考えると、あまりにも危険が多いと思われるため、今後の調査工事においては、地上式一段開発案を主とし、地下式上流案についても問題点については共に調査の対象とすべきである。

2-3 調査工事实施計画の立案

開発計画の検討において、適正な規模による開発形式の優劣が評価され、各構造物について概畧の位置並びに規模が選定された。

可能な案は次の通りである。

- a. Na3 サイトコングリートダム案
- b. Na2 サイトフィルタイプダム案
- c. 地上式一段開発案
- d. 地下式上流案

今回実施する調査工事の目的は、この開発計画について、概畧の設計が可能な程度に、精度の高い地形図の作成、地下地質状態の調査、諸材料の試験などを実施し、諸条件を明らかにすることである。

これら調査工事の計画を要約すると次の通りである。

2-3-1 地上測量

測量に関する作業を大別すると、次の3つとなる。

- (1) 地形図作成のための測量（航測を含む）
- (2) 設計に必要な縦横断測量
- (3) 他の調査工事实施のための事前測量

これらの測量の内訳は、Table 2-2に示す。

2-3-2 地質調査工事

主要構造物の地下の地質状態を確認するために、従来から用いられている最とも有効な手段として、次の業種が挙げられ、これらを総合的に実施することにより、目的を達成する。

- (1) ボーリング（透水試験含む）
- (2) 物理探査

(3) 試掘坑

これら調査工事の実施計画を Table 2-3 に示す。

2-3-3 材料試験

踏査並びに検討の結果、ダムは、フィルタイプ並びにコンクリートタイプの両地点が調査されることとなり、次の材料を対象として試験を行う。

(1) コア材試験

№2、№3 両ダムサイト近くのコア材採取予定地の材料により試験を行う。

(2) 細骨材試験

ディドヨン川、および他の河川における河床堆積物を採取し試験を行う。

2-3-4 その他

(1) 水文観測

流域内に設けられた降雨及び流量観測所において継続して降雨量および流出量を観測する。

(2) 流砂量測定

貯水池の有効容量や環境問題に大きな影響を及ぼす河川流砂量について実測を行う。

Table 2-1 Data and Information Gathered during Field Reconnaissance

(1) Topography and Geology

1) Topographic Maps

Scale 1 : 50,000

" 1 : 250,000

" 1 : 1,000,000

" 1 : 2,000,000

2) Geological Maps

Scale 1 : 1,000,000 Geological Map Series

(2) Hydrology

1) Rainfall Data

Station : Abaca, Aluntayan, Anawang, Barat Dakgan, Dulao,
Dupax, Lagawe Lipuga, Mt. Polis Pass Namulditan,
Ponggo, Pugo and Solano

2) Discharge Data

Station : Aglipay (the Addalam River)
: Pangat (the Cagayan River)
: Bato (the Magat River)

(3) Environment and Agriculture

1) Annual Report 1977 Regional Health Office No.II

2) 1975 Integrated Census of the Population and its
Economic Activities

: Isabela

: Nueva Vizcaya

: Quirino

- 3) 1975 Census of the Population and Housing
 - : Isabela
 - : Nueva Vizcaya
- 4) Annual Survey of Establishments 1974
 - : Manufacturing
 - : Mining and Quarring
 - : Electricity, Gas and Water
 - : Insurance and Real Estate
 - : Construction
 - : Wholesaling and Retailing
 - : Private Services
 - : Transportation, Communication and Storage
- 5) Journal of Philippine Statistics : V28 No.3
The Daily Industry

(4) Development Scheme

- 1) Power System Luzon Generation Expantion Study
 - : Volume 1 Main Report
 - : Volume 2 Data Report
 - : Volume 3 Data Report
- 2) The National Income Accounts, CY 1976
- 3) Population Projections for the Philippines by Province
1970 - 2000
- 4) Population Projections of Cities in the Philippines
1970 - 2000
- 5) NEDA Journal of Philippine Development, 1st Semester 1976
- 6) Journal of Philippine Development 2nd Semester 1976
- 7) NPC Financial Projection 1978 - 1987
- 8) NPC Financial Statements (for the year ended Dec. 31, 1977)

- 9) NEDA National Income Series
 - : No.1
 - : No.4
- 10) NEA Annual Report CY 1976
- 11) National Power Corporation System Development Map
(Dec. 1977)
- 12) Transmission Line Expansion Program
- 13) List of Existing NPC S/S and T/L in operation
- 14) Statistical Data of NPC Operating Plants
- 15) Logging Road Map
- 16) List of Permanent Bridges (D.P.H. Isabela Office)
- 17) Map of Isabela showing Integrated Road System
(D.P.H. Isabela Office)
- 18) Charts
 - a) San Fernando Harbor
 - Scale 1 : 15,000
 - b) Manila Harbor
 - i) Scale 1 : 10,000
 - ii) " 1 : 30,000

Table 2-2 Proposed Quantities of Topographic Surveys

Kind of Survey	Quantity	Remarks
1. Production of topographic maps		
1.1. Sites for main structures	5.92 km ²	Dam sites, tunnel route, penstock route and powerhouse site on the scale of 1/5000
1.2. Sites for main structures	5.92 km ²	Dam site, tunnel route, penstock route and powerhouse site on the scale of 1/1000
1.3. Project area	300 km ²	on the scale of 1/10,000
2. Longitudinal and cross-sectional surveys		
2.1. Reservoir area	5 sections 8 km	
2.2. Dam axis	6 sections 4 km	
2.3. Dam site and its vicinity	Longitudinal section: 1 line 3 km Cross section: 29 lines 6 km	
2.4. Powerhouse and its vicinity	Longitudinal section: 1 line 3 km Cross section: 29 lines 6 km	

Kind of Survey	Quantity	Remarks
3. Preparatory surveys for geologic explorations 3.1. Seismic prospecting line 3.2. Test adit 3.3. Drill hole 3.4. Material sampling site	10 km 6 adits 33 holes 5 sites	Sites for dam, surge tank, tunnel, penstock, powerhouse, quarry and aggregate EL 680, 640 and 600

Table 2-3 Proposed Quantities of Geologic Explorations

Location	Test aditting	Drilling work	Seismic prospecting
1. No.3 Dam Site	6 adits 300 m	13 holes 880 m	5 lines 2,300 m
2. No.2 Dam Site		3 holes 140 m	1 line 1,000 m
3. Headrace tunnel adit for the Open Type Powerhouse One-stage Development Plan		4 holes 160 m	2 lines 800 m
4. Surge tank for the same plan		1 hole 100 m	1 line 300 m
5. Penstock route for the same plan		3 holes 60 m	3 lines 3,400 m
6. Open Type Powerhouse One-stage Development Site		3 holes 120 m	4 lines 1,400 m
7. Upper Stream Underground Type Powerhouse Site		1 hole 400 m	
8. Aggregate Quarry Site		5 holes 250 m	2 lines 800 m
Total	6 adits 300 m	33 holes 2,110 m	18 lines 10,000 m

第3章 電 源 開 発 計 画

3-1 フィリピンの経済情勢

フィリピンの国民総生産（GNP）は1976年において1,313億ペソ、交換レートを1ドル7.5ペソとすると175億ドルとなる。同年7月の人口は、約4,329万人であるので、1人当りのGNPは約3,033ペソ（404USドル）である。

また1人当りの国民所得を他の国々と比較すると、1978年の日本経済企画庁の調べによれば、1975年においてフィリピンの1人当り国民所得は333ドルである。

この数字はタイ（323ドル/人）より大きくインドネシア（200ドル/人）の1.67倍である。なお日本は3,788ドル/人であった。

実質GNPの伸び率は1967年以来大体5～6.5%の値を示しており、先進国の実質GNPが1973年秋の石油ショックに引続く、世界的不況により、1974～5年と大きく落ち込んだのに対し、フィリピンでは74/73、75/74とそれぞれ6.0及び5.9%とそれぞれ以前とそれ程大きく変わらずに伸びた点が特異な点である。

これは1975年についていえば、世界不況にもかかわらず、建設ブーム、主要食料収穫高の好調、観光事業及び輸送機械工業の健全な伸び等に支えられたことによると言われている。

国民総生産の産業別分布は、1976年において、農林水産部門が、30.9%、工業部門が28.3%、サービス部門が40.8%となっている。また農林水産部門の成長率は年率5～7%程度であるのに対し、工業部門の成長率は9～11%と他の部門に比べて大きい。従ってこの部門のシェアは年々伸びている。

サービス部門の成長率は大体5～7%でシェアも大体40%を占めている。一方15才以上の労働人口の分布は、1977年において農林水産部門：50.1%、工業部門：14.4%、サービス部門35.5%となっている。

従って労働生産性は、1977年において農林水産部門：2,559ペソ/人、工業部門：8,286ペソ/人、サービス部門：4,761ペソ/人（1972価格）と工業部門（100）が高く、サービス部門（57）、農林水産部門（31）が低くなっている。

政府5ヶ年計画（Five year Philippine Development Plan 1978～1982, Including Ten-Year Development Plan 1978～1987）の目標は、前期5ヶ年の間にGNPを年率7.5%から8.0%に引き上げ、後期5ヶ年は8.0%を維持することである。人口の伸び率を2.9%～3%と見て1人当りのGNPの伸びを前期5ヶ年の間に3.9～5%に引き上げ、後期5ヶ年

は年5%を維持することにより、1977年1人当り3,376ペソを82年に5,912ペソ、87年には10,580ペソに引き上げようとしている。(Table-3-4)

3-2 エネルギー情勢

フィリピンにおけるエネルギーの消費量は、1977年において83.4 MMB (million metric barrels of oil equivalent) である。消費の分布は、輸送、工業、商業及家庭用その他にそれぞれ36.3、41.6、8.1及14.0%となっている。(Table 3-5)

一方エネルギー源は、水力5.3%、石炭が0.6%で残り94.1%は石油に依存している。

またエネルギー消費量は1965~1973年の間は、年率約9%で伸びている。この間のGNPの伸びは年率約6%程度であるので、エネルギー消費の伸びはGNPの伸びの約1.5倍の率で増加していた。

所が石油危機以来石油価格の高騰はフィリピン経済に大きな衝撃を与えた。この最も大きい影響は貿易収支に現われた。

すなわち、1973年において、原油及石油製品の輸入は1.8億U.Sドルで全輸入の12%であったのが、1974年には6.5億U.Sドルに急増して全輸入の21%を占めるに至った。この原油、石油製品の輸入額の増加は、1973年2.7億U.Sドルの黒字であったフィリピンの国際収支を1974年には4.2億U.Sドルの赤字に追い込んだ主要因となった。

そこで政府は1974年に新エネルギー計画を導入して、このエネルギー問題の改善を図った。

政府の5ヶ年計画によれば、石油消費の見通しは1977年83.4 MMB (11 MMT) に対し、1982年127.1 MMB (17 MMT)、1987年190 MMB (25 MMT) であり、その伸びは、77/82、83/87、それぞれ年率8.8及8.4%を見込んでいる。(Table 3-5)

この伸び率は、GNPの伸び率7.5及8.0%に対して1.2及1.1倍であり、65~73年の1.5倍に対し相当な努力を要する数字であることがうかがえる。

一方エネルギー源として、石油への依存度を1977年94.1%から1982、1987年にそれぞれ80及び70%以下に低下させることを目標としている。

この目標を達成する為、水力及び地熱の国産資源の活用をはかると同時に脱石油エネルギー策として原子力による電力開発を強力に進めようとしている。(Table 3-6)

全エネルギー開発に要する資金は、10年間に661億ペソ(1977年価格)(88.1億U.Sドル)でこの内50%は外貨に期待している。この所要資金の内電源及び送電線の建設に対しては1978~82、83~87にそれぞれ301億ペソ、175億ペソ、また電化計画に対し

26億ペソ、28億ペソ、総合計531億ペソと全エネルギー開発の80%が電力開発に見込まれている。(Table 3-7)

3-3 フィリピンの電力情勢

(1) 電力事業の現状

フィリピンの電力業界は800以上の公営及び私営の企業から成り立っているが、その大部分は小規模である。

NPC (National Power Corporation) は最大の公営企業で、他の公営企業や地方の大口需要に電力を供給している。MECO (The Manila Electric Company) は大私企業で、現在発電及びマニラ地域の小口需要家及び若干の小企業への配電を行っている。将来MECOの主要発電設備は、NPCに移譲され、NPCは全国的電力網の建設、電力網への供給及び発電設備の所有及び運転の義務を負うことになっている。

一方NEA (The National Electrification Administration) は小規模の発電設備を所有しているが、その基本的な機能は配電と配電管理である。

その他の自治体企業及び私企業の約半数はNPC及びMECOから電力を購入しているが残り相当数の企業はアイソレイトされた地域に所在していて、発電、配電を行っている。また私営工業が相当量の自家発電を行なっている。

(2) フィリピンの電力需要と供給設備

1977年における全フィリピンの平均発電可能電力量は18,013Gwhと推定されている。またこの電力量の地域的な分布は、ルソン：62.9%、ビサヤ：15.5%、ミンダナオ：21.6%となっている。発電設備容量は3,542.9MWで、この内NPC及びMECOの設備が2,674.7MW(75%)を占めている。1977年12月現在ではNPCの発電設備は、1,007MWでこの内752MW(75%)がルソン地域に所在している。(Table 3-8)

(3) フィリピンの電力開発目標

フィリピンのエネルギー政策のフレーム・ワークにおいて、電力発電の全エネルギーに対する現在(1977年)の比率27.5%を1987年34.8%に引き上げることを目標としている。(Table 3-6)

また、このフレーム、ワーク内で1990年までに国の全電化を電力開発プログラムの主要目標としている。

この目標達成のために1978-87年の間に約4,600MWの発電設備の増加を目標としている。(Table 3-9) この数字は年平均約10.5%の増加率となる。またエネルギー資源分散に伴って電力における非石油シェアは現在の20%から1987年63%になることが期待されている。

3-4 ルソングリッドの電源開発計画

ルソングリッドにおける1978年現在での既設発電設備容量は2,570MWであり、火力79%、水力21%の構成比率となっている(Table 3-1)。又現在工事中の発電所はMagat水力(540MW)、PNPP№1原子力(620MW)、Kalayaan揚水(300MW)、Malaya№2火力(320MW)、Tiwi地熱№1(55MW)、及びMak-Ban地熱№1(55MW)である。

ルソングリッドの電力需要については1978年1月にドイツのコンサルタントLahmeyer International、GmbHによって想定されたものが、NAPOCORで承認されている(Table 3-2)。

この需要想定は、GNPの伸び率と電力消費の相関から求められたものであり、石油価格、電力料金の変動、自然現象による電力供給制限、及び将来の電化計画等による電力消費の変化を考慮している。

この需要想定に対して、我国で用いられている青木式によってマクロチェックを行なった。青木式は、国民一人当たりのGNPの伸びと、一人当たりの電力消費量との相関により電力需要想定を行なうものであり、NAPOCORの想定と青木式による想定結果はFig 3-1に示すとおりかなりよい一致をみている。青木式による上限値と下限値の差は、ルソン島内の人口伸び率の想定値を変えたことによるものである。この事からNAPOCORによる需要想定は妥当なものであると考えられる。

この電力需要想定を前提としたルソングリッドの電源開発計画は、Table-3-3、Fig-3-2に示すとおりであり系統予備力は1981年迄は15%、それ以降は18%にとられている。ディドヨ水力計画は、この電源開発計画のうちCabingatan計画140MW(1988)、Darkgan計画120MW(1989)、及びGadeng計画150MW(1990)に優先されるべき計画である。

Table 3-1 Existing Power Plants in Luzon Grid (as of June, 1978)

Type	Name	Commission Year	Installed Capacity (MW)
Hydro	Botocan	1928	17
	Caliraya	1945/50	36 (9x4)
	Ambuklao	1956	75 (25x3)
	Binga	1959	100 (25x4)
	Angat	1968	212 (50x4 & 6x2)
	Pantabangan	1978	100 (50x2)
	Hydro Total		540 (21%)
Thermal	Rockwell 1-5	1955	125 (25x5)
	6-8	1963	180 (60x3)
	Tegen 1-2	1965	220 (110x2)
	Gardner 1	1968	165
	Gardner 2	1970	220
	Snyder 1	1971	220
	Snyder 2	1972	330
	Bataan 1	1972	75
	Bataan 2	1978	165
	Malaya 1	1975	330
	Thermal Total		2030 (79%)
	Grand Total		2570 (100%)

Table 3-2 Luzon Grid Load Forecast Energy
(Consumption and Generation) and Power 1978-2000

Year	Energy Consumption (in GWH)	Energy Generation (in GWH)	Peak Power Demand (in MW)
1978	10,850	11,660	1,960
1979	12,130	13,050	2,190
1980	13,490	14,510	2,440
1981	15,030	16,160	2,710
1982	16,690	17,950	3,010
1983	18,480	19,870	3,340
1984	20,400	21,930	3,680
1985	22,450	24,140	4,050
1986	24,600	26,450	4,540
1987	26,920	28,950	4,860
1988	29,410	31,620	5,310
1989	32,100	34,520	5,800
1990	34,960	37,600	6,310
1991	37,990	40,850	6,860
1992	41,120	44,220	7,420
1993	44,430	47,780	8,020
1994	47,950	51,560	8,660
1995	51,690	55,580	9,330
1996	55,610	59,800	10,040
1997	59,720	64,220	10,780
1998	64,020	68,830	11,550
1999	68,500	73,650	12,360
2000	73,190	78,700	13,210

Table 3-3 Generation Expansion Program

C.Y.	Peak MW	Plant/Unit Addition	Type	Rated Cap. (MW)	Depend- able Cap. (MW)	Total cap. (MW)	Res. Cap. (MW)	Reserve(%)
1978	1960	Existing	Hydro	535	402			
		Existing	Thermal	1847	1755			
		Tiwi #1 (Dec.)	Geo.	55	52	2209	249	13
1979	2190	Malaya 2 (Apr.)	Thermal	320	305			
		Mak-Ban #1 (Apr.)	Geo.	55	52			
		Tiwi #2 (June)	Geo.	55	52			
		Mak-Ban 2 (July)	Geo.	55	52			
		Rehab. of G'ner 1-2	Thermal	-	19	2689	499	23
1980	2440	Tiwi # 3 (Feb.)	Geo.	55	52			
		Mak-Ban # 3 (Mar.)	Geo.	55	52			
		Tiwi # 4 (May)	Geo.	55	52			
		Mak-Ban # 4 (June)	Geo.	55	52			
		Rehab. of S-1 & 2	Thermal	-	-	2897	457	19
1981	2710	Masiway	Hydro	12	12	2909	199	7
1982	3010	Kalayaan 1 & 2	P-Hydro	300	300	3209	199	7
1983	3340	Magat 1-6	Hydro	540	435			
		Dual-fired(Legaspi)	Thermal	225	214	3858	518	16
1984	3680	PNPP #1	Nuclear	620	590	4448	768	21
1985	4050	Kalayaan # 3	P-Hydro	150	150			
		Dual-fired(Batangas)	Thermal	300	285	4883	833	21
1986	4440	San Roque	Hydro	260	195			
		Kanan	Hydro	280	210			
		Tiwi # 5	Geo.	55	52			
		Mak-Ban # 5	Geo.	55	52	5392	952	21
1987	4860	Gened 1-6	Hydro	600	430			
		Tiwi # 6	Geo.	55	52			
		Mak-Ban # 6	Geo.	55	52	5926	1066	22
1988	5310	Chico IV	Hydro	360	270			
		Tabu 1-2	Hydro	110	83			
		PNPP # 2	Nuclear	620	590	6869	1559	29
1989	5800	Chico II	Hydro	250	190			
		Tanudan	Hydro	140	105			
		Cabingatan	Hydro	140	105			
		Dual-fired(Legaspi)	Thermal	300	285	7554	1754	30
1990	6310	Agbulu	Hydro	400	280			
		Dakgan	Hydro	120	90	7924	1614	26
1991	6860	Gadeng	Hydro	150	114			
		Ilagan	Hydro	210	158			
		Dual-fired(Santiago)	Thermal	400	380	8576	1716	25

Table 3-4

Gross National Product, Population, and per Capita GNP
1977-82 and 1987

	Value (Million Pesos)					Annual Growth Rates (%)							
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1987	1977-1978	1978-1979	1979-1980	1980-1981	1981-1982	1982-1987
Gross National Product (In Million Pesos at Constant Prices of 1972)	77,804	83,250	89,494	96,206	103,902	112,214	164,879	7.0	7.5	7.5	8.0	8.0	8.0
Gross National Product (In Million Pesos at Current Prices)	152,029	174,076	200,198	230,317	266,093	307,578	633,795	14.5	15.0	15.0	15.5	15.6	15.6
Total Population ¹ (In Thousands, Medium Assumption)	45,028	46,350	47,719	49,137	50,557	52,026	59,903	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9
Per Capita GNP (In Pesos at Constant Prices of 1972)	1,728	1,796	1,875	1,958	2,056	2,157	2,752	3.9	4.4	4.4	5.0	5.0	5.0
Per Capita GNP (In Pesos at Current Prices)	3,376	3,756	4,195	4,687	5,263	5,912	10,580	11.3	11.7	11.7	12.3	12.3	12.3

1. Although the medium assumption is used, the target population level uses the low assumption

Source : EPRS-NEDA

Table 3-5

Planned Energy Consumption, 1977, 1982 and 1987
(In million metric barrels of oil/equivalent)

Sector	1977		1982		1978-82		1987		1983-87		1978-87	
	MMB	%	MMB	%	Growth Rate (%)	%	MMB	%	Growth Rate (%)	%	Growth Rate (%)	%
Total	83.4	100.0	127.1	100.0	8.8	100.0	190.0	100.0	8.4	100.0	8.4	8.6
Transportation	30.3	36.3	40.5	31.9	6.0	31.3	59.5	31.3	8.0	31.3	8.0	7.0
Industry	34.7	41.6	54.1	42.5	9.3	44.3	84.2	44.3	9.3	44.3	9.3	9.3
Commercial	6.8	8.1	12.4	9.7	12.8	9.4	17.8	9.4	7.5	9.4	7.5	10.1
Residential & Others	11.6	14.0	20.1	15.9	11.6	15.0	28.5	15.0	7.2	15.0	7.2	9.4

Sources : EDB and EPRS-NEDA

Table 3-6

Source Mix., 1977, 1982 and 1987

	1977		1982		1987	
	MMB	%	MMB	%	MMB	%
Total Energy	<u>83.40</u>		<u>127.10</u>		<u>190.00</u>	
A. Electric Generation	22.98	27.5	49.40	39.0	66.16	34.8
Hydro	4.42	5.3	9.76	7.7	20.79	10.9
Oil	18.55	22.2	29.33	23.1	21.55	11.4
Coal	0.01	0.0	2.00	1.6	3.90	2.1
Geothermal	-	-	4.80	3.8	10.62	5.6
Nuclear	-	-	2.51	2.0	6.00	3.1
Non-Conventional ¹	-	-	1.00	0.8	3.30	1.7
B. Non-Electric Generation	60.43	72.5	77.70	61.1	123.84	65.2
Oil	59.93	71.9	72.00	56.6	107.64	56.7
Coal	0.50	0.6	4.20	3.3	10.00	5.3
Non-Conventional ¹	-	-	1.50	1.1	6.70	3.2
Oil Share		<u>94.1</u>		<u>79.8</u>		<u>68.1</u>

1. Includes only usage of non-conventional energy sources attributable to usage proliferation program for nonconventional energy.

Sources: EDB and EPRS-NEDA.

Table 3-7

Investment Requirements, 1978-82 and 1983-87
(In millions of pesos at 1977 prices)

	1978	1979	1980	1981	1982	Total 1978-82	Total 1983-87
Total	6,736	8,196	8,097	8,501	8,010	39,540	26,557
I. Power Development	5,423	6,827	6,791	7,101	6,611	32,753	20,297
Power Generation and Transmission ¹	4,917	6,323	6,308	6,538	6,053	30,139	17,507
Electrification	506	504	483	563	558	2,614	2,790
II. Field Exploration and Development	1,300	1,354	1,295	1,387	1,389	6,725	6,208
Oil	773	727	667	668	622	3,457	3,480
Coal	129	75	91	109	76	480	493
Geothermal	375	525	525	600	675	2,700	2,063
Uranium	23	27	12	10	16	88	172
III. Non-Conventional	13	15	11	13	10	62	52

1. Includes allocation for dam development for hydroelectric power generation

Sources: EDB, EPRS-NEDA, and NPC.

Table 3-8

National Power Profile: 1977
(In megawatt/gigawatt-hour)

Region/Owner	Installed Capacity (MW)	Power Generation (GWH)	%
Total	3542.9	18013	100.0
Luzon			
National Power Corporation	2415.0	9881	
National Electrification Administration	41.8	330	
Others ¹	142.2	1124	
Subtotal	2599.0	11335	62.9
Visayas			
National Power Corporation	75.3	161	
National Electrification Administration	69.4	547	
Others ¹	263.9	2080	
Subtotal	408.6	2788	15.5
Mindanao			
National Power Corporation	184.4	1126.0	
National Electrification Administration	21.8	171.0	
Others ¹	329.1	2593	
Subtotal	535.3	3890	21.6
Philippines			
National Power Corporation	2674.7	11168	
National Electrification Administration	133.0	1048	
Others ¹	735.2	5797	

1. Includes municipal and private utilities.

Source: EPRS-NEDA.

Table 3-9
Capacity Expansion Program, 1977, 1978-82, and 1987
(In megawatts)

	Existing 1977	Annual Capacity Increment					Total Increment 1978-82	Cumulative Total 1982	Total Increment 1983-87	Cumulative Total 1987
		1978	1979	1980	1981	1982				
Total Philippines	3452.9	280.8	761.3	253.3	582.3	1082.0	2959.7	6502.6	1652.7	8155.3
Luzon Grid	2599.0	55.0	420.0	55.0	300.0	785.0	1615.0	4214.0	1035.0	5249.0
Visayas (NPC)	75.3	133.8	79.3	62.3	80.3	115.0	470.7	546.0	495.5	1041.5
A. Cebu grid ¹	51.1	90.0	18.0	5.5	-	-	163.0	214.1	130.0	344.1
B. Panay Grid ²	-	29.2	-	-	7.3	-	36.5	36.5	12.0	48.5
C. Negros Grid	12.0	14.6	61.3	7.3	18.0	55.0	156.2	168.2	163.5	331.7
D. Bohol Grid	12.2	-	-	-	-	5.0	5.0	17.2	5.0	22.2
E. Samar-Leyte Grid	-	-	-	-	55.0	55.0	110.0	110.0	185.0	295.0
Visayas (Non-NPC)	333.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	10.0	343.3	15.0	358.3
Mindanao Grid	535.3	90.0	260.0	134.0	200.0	180.0	864.0	1399.3	107.2	1506.5

1. Interconnected with Negros by 1989.

2. Interconnected with Negros by 1986.

Sources: EPRS-NEDA, NPC

Fig. 3-1 Luzon Grid Energy Forecast (1975 to 2000)

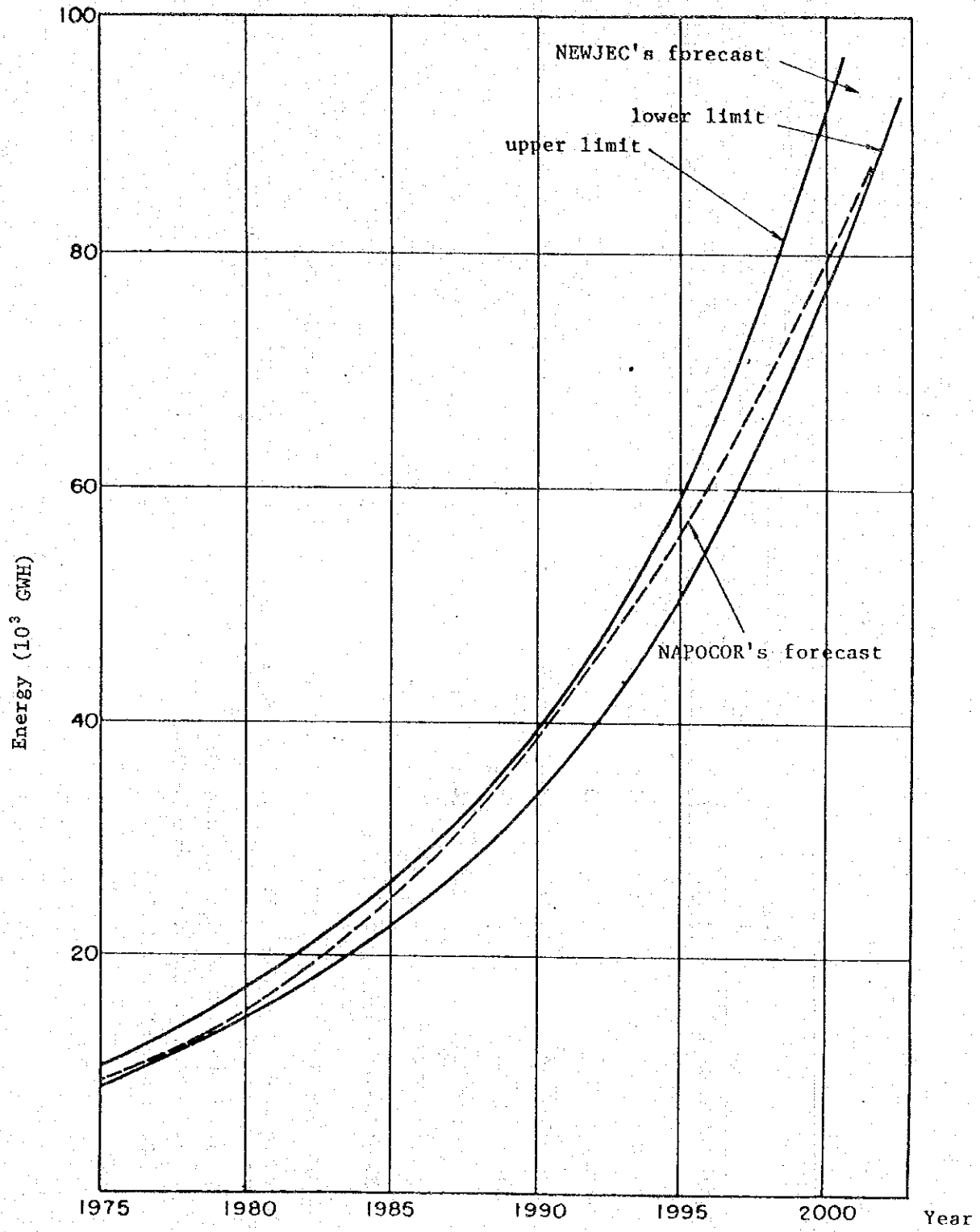
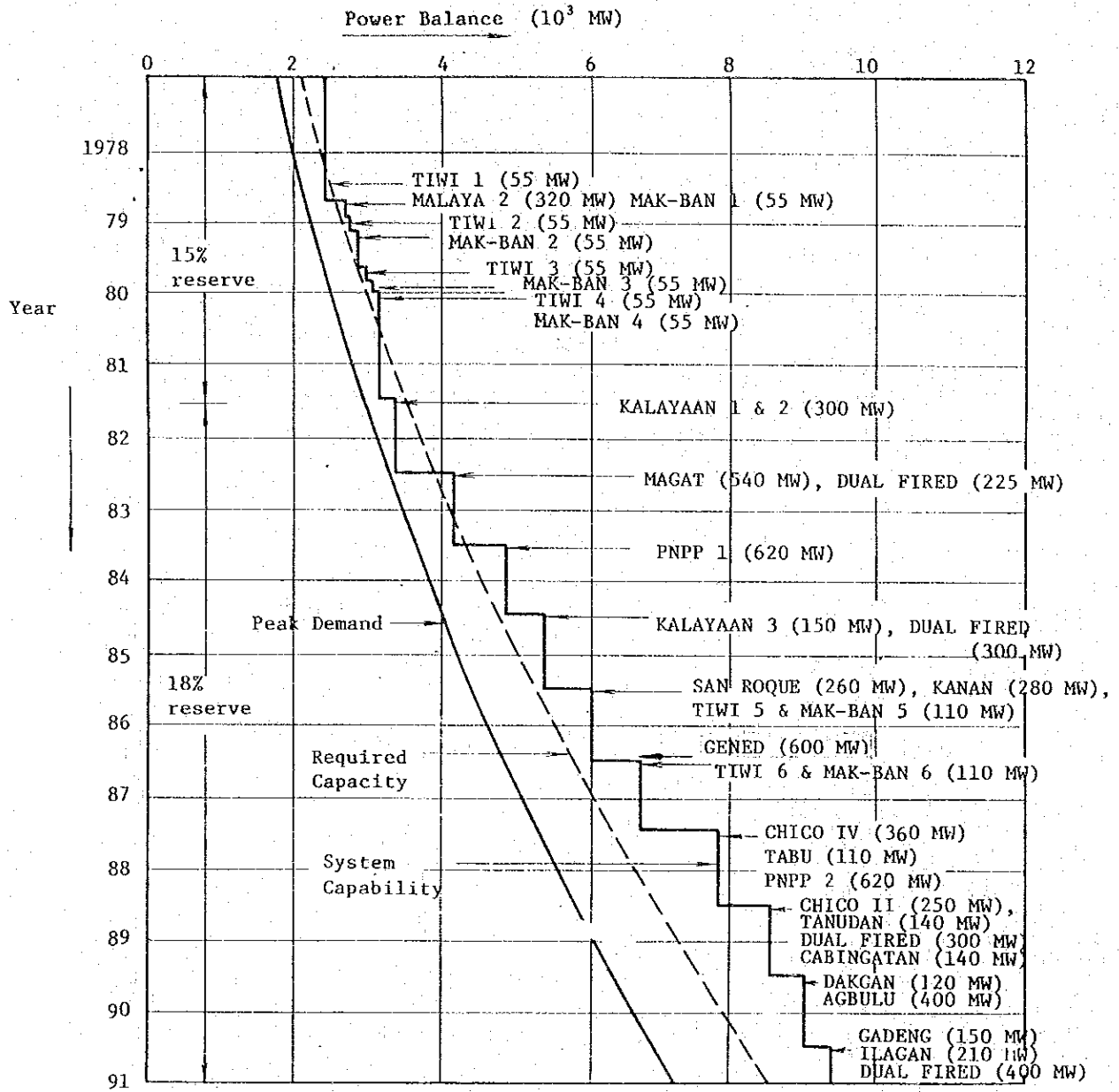


Fig.3-2 System Peak and Capability Curves



第4章 流域の特性

4-1 地形

ディドヨンダム流域は、マンパラン山地の西部を占める地域で、周囲を1,000 m以上の山地に囲まれた盆地である。盆地の大部分は、なだらかな斜面からなる比較的起伏の少ない山地で、ダム候補地付近では山地の標高はおおむね800 m前後である。ディドヨン川や主要な支川に沿ってかなり広い平地があり、河川はこの平地を蛇行しながら緩やかに流れる。また、河川に沿って1段またはそれ以上の段丘が見られることがある。一方、ダム候補地付近から下流は、 $N20^{\circ}W$ ないし $N-S$ の線を境にして急に標高1,000 m以上の急峻な山地となり、ディドヨン川は深い峡谷をなし、河床勾配も極めて急になる。支流の谷は懸谷となって合流する。ディピオ川はその最も良い例である。

流域の西端は、断層崖と思われる直線状の急斜面をなしてマガット川の谷へ落ち込んでいる。

4-2 地質

この地域は、主に第3紀漸新世の火成碎屑岩と、これを貫ぬく石英斑岩ないし玢岩からなる。一般に、この地方では火成碎屑岩は集塊岩、石英斑岩などは閃緑岩と呼ばれている。

火成碎屑岩は、安山岩質の基質中に多量のやや角ばった石英斑岩～玢岩または安山岩の巨礫を多量に含むもので、礫の大きさは時に直径1 m以上に達する。また、時には安山岩の熔岩や礫岩・砂岩・頁岩などを挟在することがある。発電所サイトの約1 km上流のディドヨン川左岸には厚さ1 m程度と5 m程度の2層の砂岩（一部は礫混り）が見られる。ただし、ここでは岩相が側方へも多少変化するのが認められる。№3ダムサイトの約1 km上流の左岸には安山岩質の自破碎熔岩が見られる。

石英斑岩は、一般には厚さ数mないし10 m程度の岩脈として火成碎屑岩を貫いているが、中には相当大規模な岩体をなすものもあるらしい。岩脈の方向は不明なことが多いが、確認されたものでは $N20^{\circ}W$ 程度のものが卓越する。

全体的な地質構造は不明であるが、№3ダムサイトでは SE へ $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 傾斜する単斜構造を示し、また発電所サイトの約1 km上流では $N80^{\circ}E\sim N70^{\circ}W$ 、発電所サイトの1.5 km下流では S へ $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 、4 km下流では S へ 40° 、5.5 km下流では走向は $NE-SW$ でほぼ垂直であった。従って、ダムサイトから発電所サイトを経て、ディピオ川付近までは多少、褶曲しているとしても大局的には単斜構造と考えることが出来る。著しい急傾斜を示す部分は断層

の影響を受けている可能性がある。

断層は、地形からNW-SEおよびNE-SWの走向を示すものなどが多数推定されるが、今回の調査では計画に支障を来すような大規模なものは確認出来なかった。ただし、№3ダムサイトの約1km上流の左岸の林道において閃緑岩が幅20mにわたって破碎しているのが見られた。この露頭の上流端に近い所にN20°W30°Eの断層面らしいものが見られた。ただし断層粘土は見られない。

一般に、河床付近には新鮮な岩石が露出しているが、稜線や山腹斜面では著しく風化してほとんど粘土状になっている。風化作用は恐らく地表から20~30m以上の深さまでかなり強い影響を及ぼしているものと推定される。表土層は河床付近以外では1~3m以上ある。また、これとは別にディドヨン川に沿ってペアペアロンガン付近などでは段丘礫層が見られる。

集塊岩および閃緑岩は、新鮮なものは極めて硬く、堤体材料およびコンクリート用骨材として良好と思われるが、これらの風化したものは粘土となって含水比も高く、コア材として必ずしも適当ではない。№3ダムサイトから500m上流の右岸側には栗石サイズの角礫を多量に含む崖錐堆積物と思われるものが見られるが、骨材用としては砂分が不足しているものと思われ、かつ均質なものが多量に得られるかどうか疑問である。

第5章 計画地点の地形

5-1 デイドヨン川

デイドヨン川はカガヤン川水系アダラム川に属する。アダラム川は、マンパラン山地におけるペラリ山脈の高峯ペラリ山(標高1,500m)にその源を発し、コンコン溪谷を経てカンプ川となり、河川勾配1/370のゆるい高原河川の様相を呈し、東南に流れること40km、途中コンポテ川、マラビン川その他を包含、河床標高630mにてカキドギン川と合流する。

これよりデイドヨン川と名称を変えると共に、河川の様相も一変して、河川勾配1/30の急流河川となり、東北に流路を変え、マンパラン山地を一気に河床標高200mまで流下する。

更に途中左岸のデディビオ川、ディビオワン川その他を包含し、流路長32km、河床標高130mにてドウマタルト川と合流する。

これより下流は、再び名称をアダラム川と変え、河川勾配1/530のゆるやかな平野河川となって流下すること34km、河床標高70mにてカガヤン川本流に合流する。

このアダラム川は、流路延長106.00km、標高差1,200m、総流域面積1,030km²、理論包蔵水力170MW(1490GWh)を有する河川である。

Fig.5-1に河川縦断、流域面積を示す。

このアダラム川の特色は、河川縦断図によっても判る通り、河川勾配が明確に三つの区域に判別出来る事で、河床標高600mより上流区域(勾配1/370)と標高200mより下流区域(勾配1/530)と、その中間のもっとも勾配の急な区域(勾配1/30)とである。

この特色は、水力発電を計画する観点から見ると次の事を意味する。

河床標高600m附近を境として、上流にゆるく、下流に急な河川勾配は、この地点にダムを築造することにより、上流に効率の良い貯水池が得られ、下流においては、短い水路によって高い落差が得られる事となる。河床標高200m附近より下流においてゆるい勾配になることは、発電利用の限度を意味し、ここに発電所を設置することとなる。

この事は、デイドヨン川が水力発電計画に好適の地形を有していることを意味する。

5-2 計画ダム地点

デイドヨン川の上流域は前述した通り、本流カンプ川と、支流コンポテ川、マラビン川、カキドギン川が夫々四方に拡ろがり、周囲を1,000m級の山々に囲まれた高原盆地を形成し、河川勾配はゆるく、大きな貯水池を設けるに適した地形である。

この高原盆地の下流端附近にダムを築堤するのがもっとも理想的な計画となるが、この附近すなわち、カキドギン川の合流点より下流2 kmの区間、河床標高600 m前後の地形は、次の様な特色が見られる。

- 1) 河川が蛇行していて直線部が少ない。
- 2) 兩岸から入り込んだ谷が交互に合流する。
- 3) 川沿いの山は谷に分断され殆んどが尾根状となって川に張り出している。
- 4) 尾根を形成している頂部標高は殆んど700 m前後となり鞍部を有しているものが多い。

以上の様な地形のため、ダムサイトは尾根と尾根とを結ぶ様な形となり少なくとも片側は鞍部を有し問題として残るが、次の理由でこの区域を選らばざるを得ない。

- (i) これより上流域は、河床巾も広く、谷幅もいきおい広くなり、更に兩岸の山腹も傾斜がゆるくなる。
- (ii) これより下流域は、河川勾配が急となり、河床標高が低下する。

以上の地形を考慮し、検討した結果、前回調査のレポートではNo.2 ダムサイトを選定し、今回の現地調査並びに検討結果よりNo.3 ダムサイトを追加して、No.2、No.3 両ダムサイトを比較検討することとなった。

5-2-1 No.2 ダムサイト

No.2 ダムサイトは、カキドギン川合流点より下流3 kmに位置する。このサイトの詳細な地形は、ダムサイト直上流左岸より小溪流が合流する。この溪流とダム下流500 mで左に曲流すディドヨン川との間に左岸の尾根が張り出し、ダムの左岸側アバットとなる。この尾根の頂部は今回の現地調査における実測で河床との比高差は80 mとなり1/50,000 地形図より少なくとも20 mは低い事が判った。

右岸については、標高700 m附近で幅90~100 m程度の割合に厚い尾根となって張出している。

兩岸ともに河川に対する尾根の勾配は、かなりゆるやかなもので、左岸20°程度、右岸13°程度となっており、標高670 mで谷幅は450 m程度となっている。

河川縦断勾配は、このダム地点を境として上流は1/370、下流はNo.3 ダム地点との区間において1/130となっている。

5-2-2 No.3 ダムサイト

No.3 ダムサイトは、No.2 ダムサイトより下流 3.8 km の位置にあり、河床標高は約 30 m 低下する。この地点の地形は、河床幅約 60 m、兩岸共に露頭岩がそびえ立つ様な地形で、ダムに沿う河川の横断形状は、谷巾もかなり狭く、山腹は急な勾配を有し、左岸側で 45°、右岸側で 30°強とみられ、標高 680 m における谷幅は 300 m 程度である。

左岸の山頂は標高 1,080 m で、この間全山岩におおわれ急峻であるが、右岸の尾根の突端には標高 710 m 程度の頂部が見られるが、この尾根には鞍部があり、標高 690 m 程度となり厚さは標高 680 m で 130 m 程度である。

河川縦断勾配は、このダム地点より上流 No.2 地点までは 1/130 であるが、下流は極端に異なり 1/30 となっている。したがって、河床標高は No.2 ダムサイトに較べ幾分低下するが谷幅はせまく格好のダムサイトとしての形状を有し、No.2 地点と対照の地点である。

5-3 水路および発電所地点

ディドヨン川は、No.3 ダム地点を過ぎると、これまで東流していた河川は東北に向きを変え、勾配 1/30 の急流となって標高 180 m の発電所地点迄流下する。

右岸は、河道から約 5 km で分水界に達する幅のせまい流域で、山腹勾配は 1/2 ~ 1/3 程度とやゝ急で、小溪谷により分断されている。

左岸はマンパラン山地の東端になり、標高 1,000 m 級の山がディドヨン川にせまっているが、ディピオ川が深く入り込み地形を複雑にしている。

この間、河道はせまく、本川に合流する兩岸の各小溪谷は、懸谷の様相を呈している。

ディピオ川との合流点を経て 3 km 程度にて、谷の形状はやゝ開け、河床標高 200 m 附近から兩岸の山腹も 1/5 程度と幾分ゆるやかな傾斜となり、河川勾配も 1/120 とゆるく、ディドヨン川は弓なりに向きを北に変え河道の兩岸には平坦部も見られるようになる。

左岸側における 800 m の等高線は No.3 ダム地点より下流 1.35 km (ディピオワン川との合流点) 河床標高 180 m 地点の左岸で河道から 2 km 位の距離まで尾根として迫っているが、これより下流に行くに従がい、尾根は後退し、河道近くの山頂標高は 500 m 前後の低いものとなる。

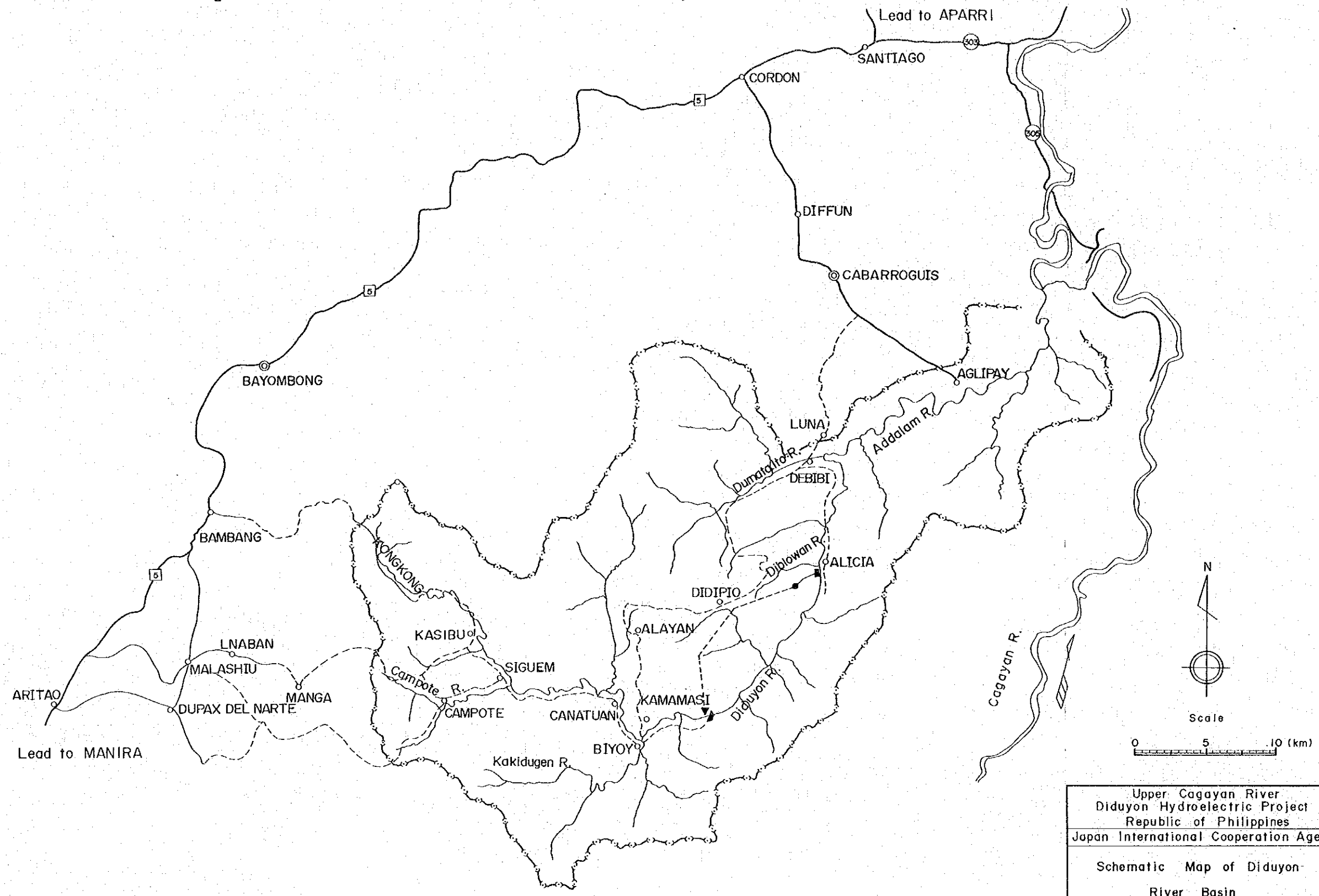
ディピオワン川との合流点直上流左岸側には、川沿いに長さ 1000 m、幅 100 m 程度の比較的開けた河岸段丘があって、発電所、開閉所の建設に要する十分な敷地が見られる。

ダム地点からここまでの間は、兩岸の山腹斜面が直接河川に接していて、発電所のための適切な地点は発見し難い。

水路経過地としての地形では右岸は前述した様に山腹の傾斜も急で、小溪谷にぎざまれ凹凸もはげしく、ディドヨン川の湾曲した外側を通過することから、左岸と比較したとき、右岸を選ぶ事は経済的でない。

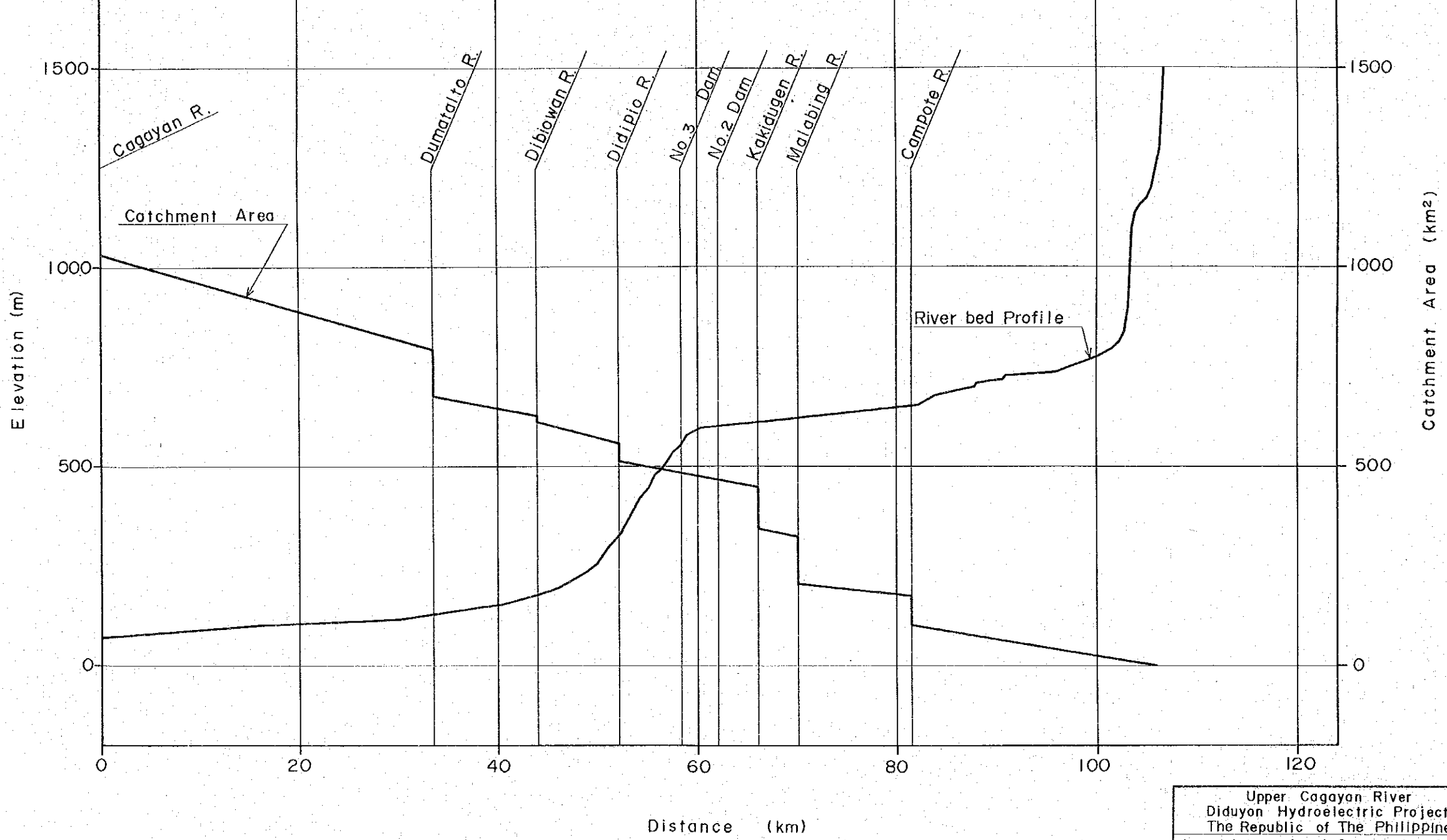
左岸側においては、デディピオ川が深く入り込み枝状となって拡がっているため、この支川を迂回し、トンネル横杭を適切な位置に選定する事が出来、これによって区分されたもっとも長いトンネルの長さも4km程度にする事が出来る。ただ、この谷をトンネルが経過する地点の地質状態によっては水路橋を建設する必要がある。

Fig. 5-1 Schematic Map of Diduyon River Basin



Upper Cagayan River Diduyon Hydroelectric Project Republic of Philippines Japan International Cooperation Agency
Schematic Map of Diduyon River Basin
March 1979 Fig. 5-1

Fig.5-2 River Profile and Drainage Area of Diduyon River Basin



Upper Cagayan River Diduyon Hydroelectric Project The Republic of The Philippines Japan International Cooperation Agency
River Profile and Drainage Area of Diduyon River Basin
March 1979 Fig. 5-2

第 6 章 水 文

6-1 気 象

フィリピンは熱帯地域に所属する。フィリピンにおける或る地域の気象の特性は、その地域独自の地形特性と時期によって異なる風向に大きく影響を受ける。

フィリピンでは、主として北東の季節風と、東から吹く貿易風および南西の季節風の3つの季節風期がある。そしてこの北東の季節風は10月から1月までが卓越し、貿易風は2月から4月までに多い。そして、南西の季節風は、5月から9月までの5ヶ月が中心であってこれは同時に大きな降雨などをもたらす台風も頻発する時期でもある。

地方別に、フィリピンの気象を分類する場合は、主として降雨量を基にするのが一般的である。と言うのは、気温の変化は地域別にごくわずかで、それによる分類は困難であるのに反し、風向と地形特性によって降雨の地域特性が判全と区別され得るためである。

上記の降雨特性によって地域を分類したとき、次の4つの形態があるとされている。

第1型：11月から4月までの乾期と5月から10月までの雨期に別けられる地域で、主としてルソン島の西海岸地帯がこれである。

第2型：乾期はないが、11月から1月まで最大降雨期があるという、ルソン島南部以南の東海岸地域の特性がこれである。

第3型：11月から4月にかけて比較的乾期に近い時期があり、残りの半年が雨期であるという地域であって、最大降雨期間は必ずしも明らかでないが、すくなくとも1～3ヶ月の乾期が持続する傾向がある。これは、カガヤン、イザベラ、ヌエバビスカヤなどの西寄りの地域がこの型に属する。

第4型：年間を通じて、降雨量の若干の変動はあるが、ほぼ平均的な降雨のある地域で、シエラマドレ山脈一帯がこの型に属する。

今回の調査対象地域は位置的には上の第3型と第4型の境界附近に属するか、計画地点下流の流量記録からみるとむしろ第2型に近いようである。

フィリピン全土は概略上の4つの気象型に分類せられるが、その他に降雨量に大きな影響をもつのは世界的にも有数の台風圏であることである。1948年から1972年の24年間に、483回の台風がフィリピンの域内で発生するか域内へ侵入している。しかもそのうち実に42%におよぶ、回数がこのフィリピン群島のどこかへ影響するか通過するかしている。

次表に既往の各種気象要素の極値および平均値を示す。

気象要素	極 値	発 生 年 月 日	場 所
最 高 気 温	42.2℃	1912年4月29日	ツゲガラオ市
最 低 気 温	6.3℃	1932年1月11日	バギオ市
最 大 日 雨 量	1215.7 mm	1967年10月17日~18日	バギオ市
最 大 月 降 雨 量	1871.0 mm	1964年8月	バギオ市
最 大 年 降 雨 量	7651.8 mm	1956年	スリガオ
最 大 風 速	240 kph	1970年10月13日	ヴィラク
年 平 均 湿 度	81%	1970年	ルソン島
月 平 均 降 雨 量			
最 少	19.4 mm	1949年~73年平均 2月	ツゲガラオ市
最 大	305.5 mm	" 11月	"
月 平 均 気 温			
最 少	24.5℃	1951年~70年平均1月	"
最 大	30.5℃	" 5月	"
月 別 降 雨 日 数			
最 少	4日	1949年~73年平均2月	"
最 大	15日	8,9,11月	"

降雨については、計画流域地点に観測所が設置されておらず、最寄りの観測所は、カガヤン川支川マガアット川上流部の Consuelo (標高600m)、Salinas Ref. Project (標高610m) 及び Magat Ref. Project (標高243m) の3ヶ所である。年間降雨量は、Consuelo 地点で、年平均降雨量は約2230mm (1948年~1963年) で、年最大降雨量3375mm (1948年) 及び年最小降雨量は、1373mm (1959年) となっている。降雨の大半は台風や熱帯性低気圧によってひきおこされるものであり、台風シーズンは、一般に7月から11月である。また、雷を伴う激しい降雨が同じ7月から11月まで生じている。日降雨量については、カガヤン川上流域近傍のバギオ地点で、日最大降雨量1216mm (1967年観測、1948年~1975年) の記録である。

6-2 水文資料

ディドヨン川水系及び隣接流域の既設水文観測所の位置及び観測期間をFig.6-1, Table 6-1及びTable 6-2に示す。

(1) 河川流量資料

ディドヨン川に関する河川流量資料は、ディドヨン川自体については、計画ダムサイトの下流39 km地点にあるアグリパイ測水所の記録があり、関連資料としては、ディドヨン川（実質はアダラム川）が合流するカガヤン本川にあるもので、合流点から17.5 kmの地点にあるパンガル測水所の記録である。いずれも、日流量の定時観測記録であって、洪水時の波形についての記録はない。また両測水所とも、現在観測は中止されており、量水標等も流失してしまっている。

両測水所の記録は、次の期間について得られている。

測水所名	観測開始	観測停止	全観測期間
アグリパイ測水所	1964年6月	1975年12月	11.5年
パンガル測水所	1960年1月	1967年12月	8.0年

なお、この両者の記録の間には、良好な相関が認められ、一方の欠測値を他方から、推算することが、必ずしも困難ではない。

(2) 降雨記録

ディドヨン川流域には、降雨観測所はまだない。しかし、近傍のカガヤン川支流マガット川その他の流域においてTable 6-1, Fig. 6-1に示すように降雨観測所が散在する。

記録の種類は、殆んどが、日雨量記録であるが、観測期間としては、長期のもので、1949年来より30年間近くの記録が得られている。

(3) 流砂量実測記録

河川流砂量の実測記録は、ディドヨン川については実測の例はなく、隣接河川についても、今回の調査では資料を得ることが出来なかった。

6-3 現地踏査結果

今回おこなった、計画流域および隣接流域での現地踏査の結果と、それにより明らかとなった今後現地で水文観測を継続する際に考慮すべき事項とを要約すると次の様になる。

(1) 高水流出

調査期間中の観察によれば、計画ダム地点での出水は比較的是やく、降雨の降りはじめか

ら、出水までは2時間前後と目される。したがって、流域の高水流出特性を明らかにするためには、日単位の降雨記録では不十分であって、自記雨量計と自記量水標の組合せによる時間単位の記録を集収する必要がある。

また、降雨の極地的な偏在もあきらかで、計画流域全体に、同一強度の降雨があるわけではないため、なるべく多くの降雨観測所を設けることが望ましく、それらの多くの記録の内から、流域代表降雨を抽出しなければならない。

(2) 低水流出

低水流出については、既述の様にアグリパイおよびパンガルの記録があるが、現地の地形を観察比較した結果からは、これらの測水所の集水域と、計画ダムの集水域とでは、地形特性にかなりの差異が認められ、単純な流域面積比換算によって、ダム地点流量を推算するのは甚だ危険であると云える。

したがって、計画ダム地点とアグリパイとで、同時に記録を取り、その実測値に基づいて、両者の相関を求め、流量の推算をする必要がある。

このために、ダムサイトでの自記々録の他に現在中断されているアグリパイでの測水を再開すべきであり、その測水方法は、基本的には量水標を用いた日流量の定時観測を実施すれば良いが、出来れば洪水時にのみ洪水波形の測定を附加しておくことが望ましい。

(3) 流砂量

計画ダムに対するディドヨン川の集水域の地質は、一般的にみて、岩盤が相当深くまで風化されていて、地表から5～10mの範囲は、粘土化されているのではないかと考えられる。

しかも、地表は、広範な地域にわたって、森林の伐採がおこなわれていて、地被状態はかなり悪く、山腹の崩壊などが発生している所も稀ではない。このためいずれの支川の流域に於ても、若干強度の高い降雨があると、河川水は、忽ち茶褐色に濁り、多量の土砂の混入を示す。

また、計画ダム地点の上流一帯の河床には、礫、砂利および砂からなる砂洲の発達が見られ、掃流砂の輸送もかなりおこなわれている可能性のあることを示している。

したがって、計画流域内での流送土砂量は、かなり多いものと予想され、貯水池の有効容量に相当影響を与えることになるため、その定量的な、数量を明らかにするべく、浮遊流砂濃度の測定および河床材料調査に基づく掃流々砂量の検定は、実施しておく必要がある。

6-4 水文観測設備の設置

以上の様なディドヨン川の流域特性に基づいて、計画流域内に、次の様な水文観測所を設置するものとした。

(1) 降雨観測所

- 1) カシブ観測所 (普通型)
- 2) シゲム観測所 (普通型および自記雨量計)
- 3) アラヤン観測所 (普通型)
- 4) ビヨイ観測所 (普通型)
- 5) カママン観測所 (No.2ダムサイト) (普通型)

なお、シゲムの自記雨量計とビヨイ以外の各設備については、調査期間中に設置が完了し、現在観測が開始されている。

(2) 測水所

- 1) カママン測水所 (No.2ダムサイト) (自記水位計および量水標)
- 2) アグリパイ測水所 (量水標)

なお、カママンについては、調査期間中に、量水標が設置され、日流量の定時観測が継続中である。カママンの自記およびアグリパイの設備についても設置を急ぎ、1978年8月末までに設置された。

6-5 河川流量

流量については、本計画地点の下流ペンガアル地点 ($D.A = 4244 \text{ km}^2$) で流量観測が行なわれており、1959年～1970年の12カ年の資料が公刊されている。この資料を用いて、本計画地点 (集水面積 $C.A = 477 \text{ km}^2$) に流域比換算を行なうと、ダム地点での河川流量は、1960年～1970年の11年間の平均で、日平均流入量 $Q = 30.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 、豊水量 $32.9 \text{ m}^3/\text{s}$ 、平水量 $19.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、低水量 $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、渇水量 $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。本計画地点の流量累加曲線を Fig.6-2 に、流況曲線を Fig.6-3 に示す。

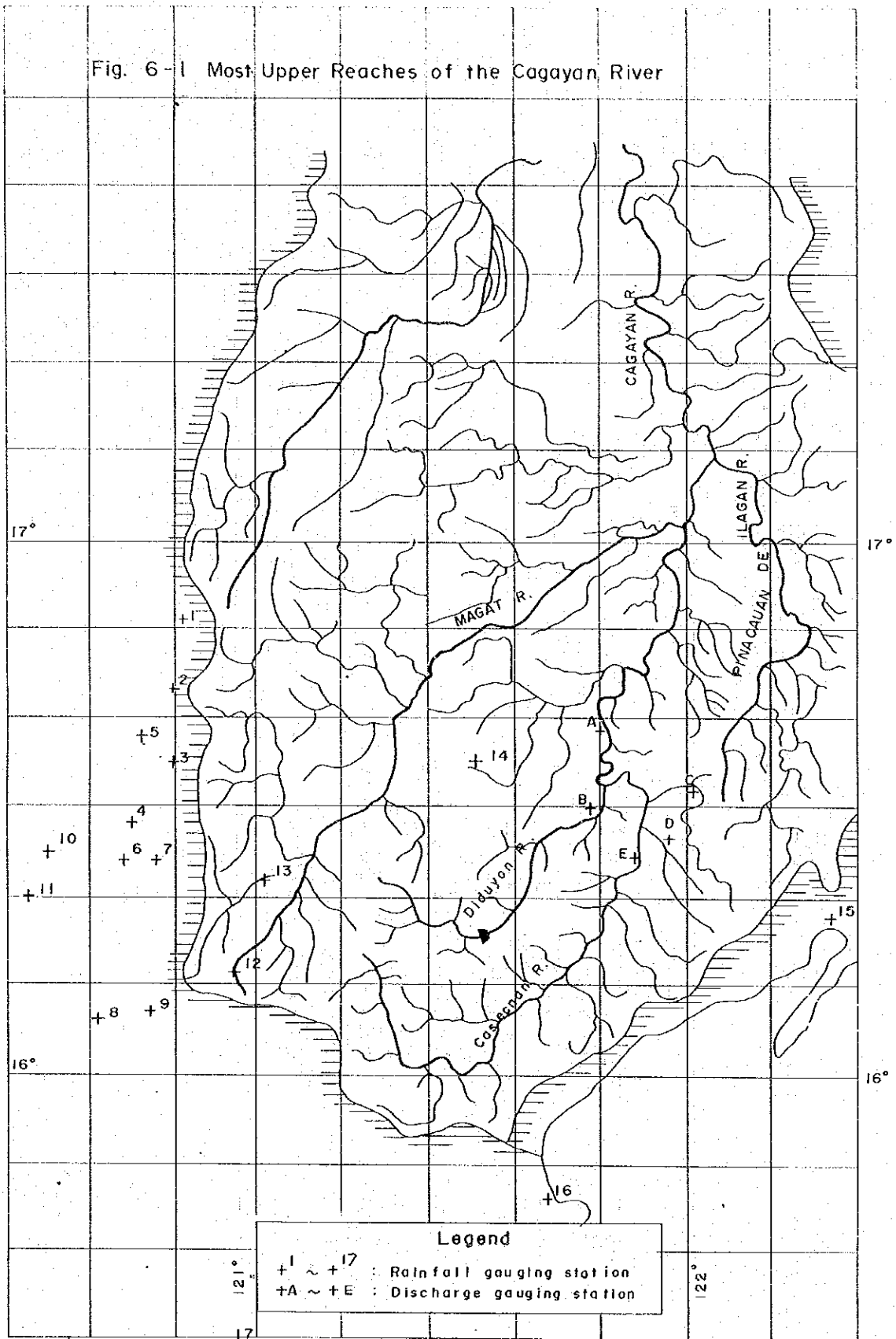
Table 6-1 Locations of Rainfall Gauging Stations

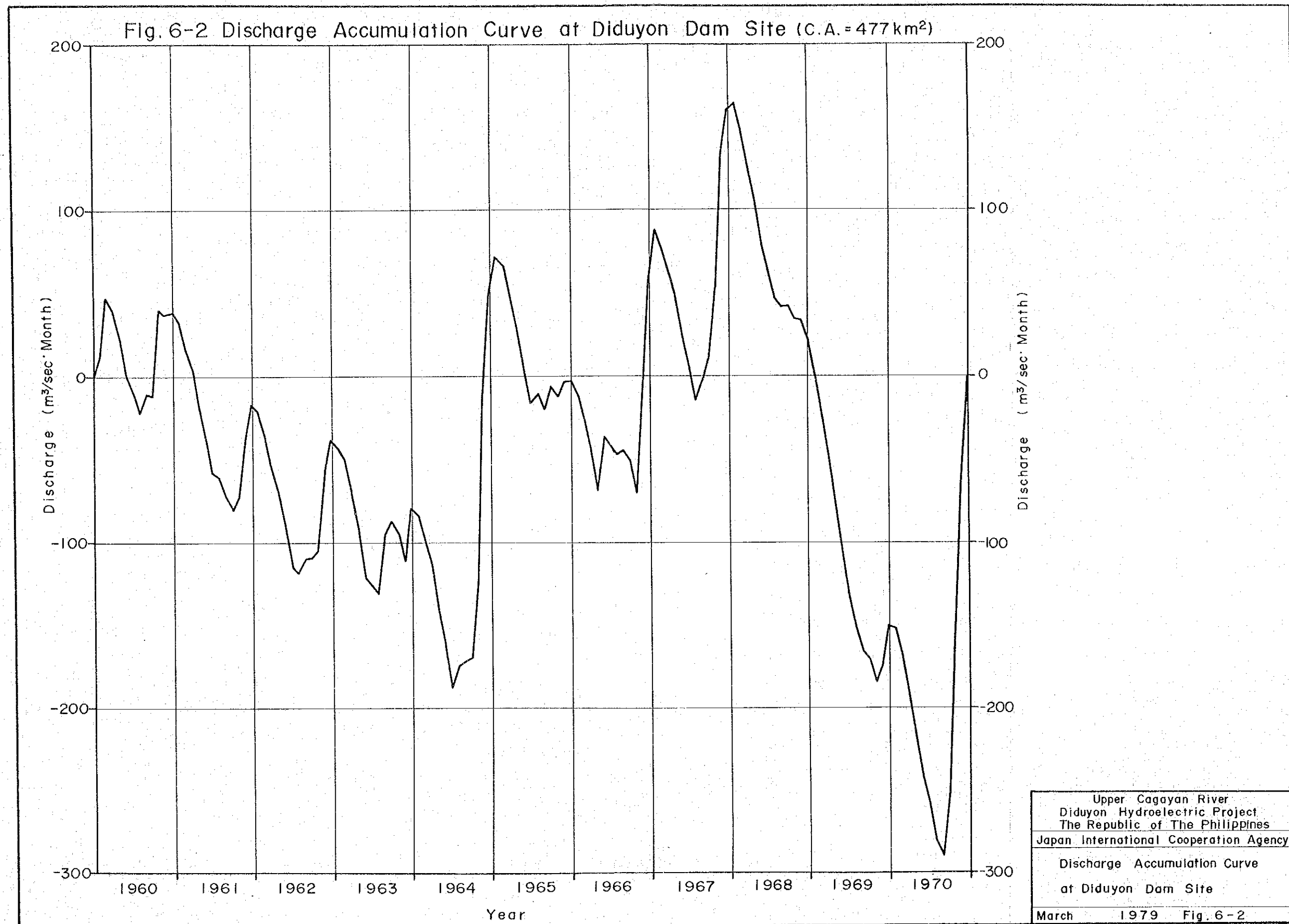
Name of Station	Basin	Elevation	Responsible agency	Period of observation
1 Herald Lumber Company	Abra	204 m	WB	1950 -
2 Buguias	Agno	402	WB	"
3 Aduoay	"	870	"	"
4 Ambuklas	"	995	NPC	"
5 Km. 5 Halsema Rd. Atok	Amburayan	2,280	WB	"
6 Binga Dam Itagan	Agno	500	NPC	1961 -
7 Bobok Sawmill	"	1,525	NPC	1950 -
8 San Roque	"	100	BPW	1957 -
9 Ambayocan RGS, San Nicolas (R.C)	"	200	"	1961 -
10 Baguio City	Aringay	1,500	WB	1947 -
11 Santo Thomas Reservoir	Bued	700	BPW	1957 -
12 Consuels	Cagayan	600	WB	1949 -
13 Salinas Ref. Project	"	610	"	"
14 Magat Ref. Project	"	243	"	"
15 Casiguran	Quezon	4	"	1950 -
16 Baler	"	6	"	"
17 Cabanatuan City	Pampanga	8,030	"	"

Table 6-2 Locations of Discharge Gauging Stations

	Name of Station	C.A. (km ²)	Period of observation
A 1	Cagayan R. Pangal, Echague, Isabela	4,244	1959 -
B 2	Addalam R. Guinalvin, Aglipay, Nueva Viscaya	721	1965 -
C 3	Dibuluan R. Minuri, Jones, Isabela	272	1965 -
D 4	Dabubu R. Dabubu, Pequino, San Agustin Isabela	162	1965 -
E 5	Cagayan R. Dipaddiw Maddela, Nueva Viscaya	2,323	1968 -

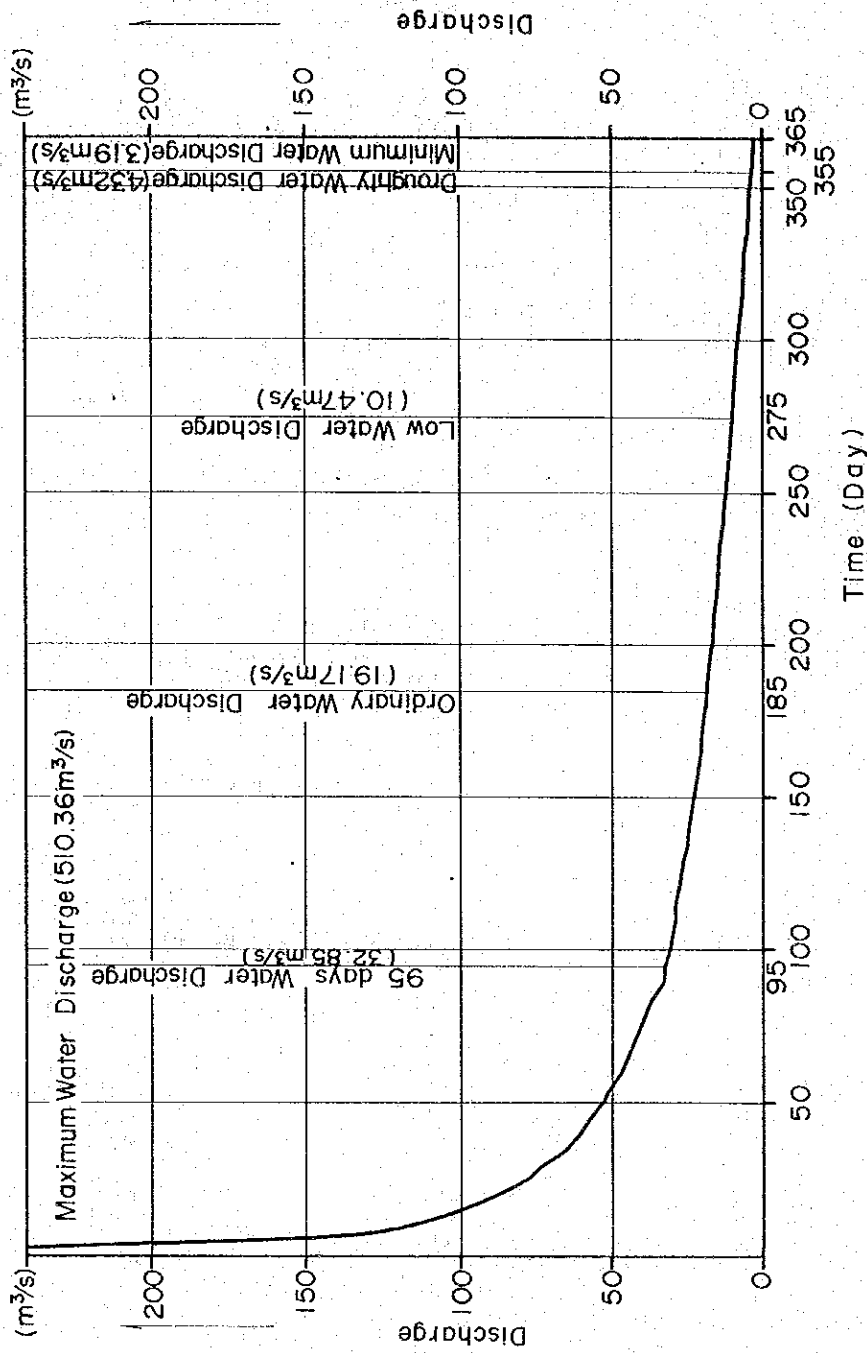
Fig. 6-1 Most Upper Reaches of the Cagayan River





Upper Cagayan River
 Diduyon Hydroelectric Project
 The Republic of The Philippines
 Japan International Cooperation Agency
 Discharge Accumulation Curve
 at Diduyon Dam Site
 March 1979 Fig. 6-2

Fig. 6-3 Discharge Duration Curve at Diduyon Dam Site (C.A.= 477 km²)



Note: Average Duration Curve for a period of 11 years From 1960~1970

第7章 地質調査

7-1 ダムサイト

7-1-1 No.1 ダムサイト

このサイトはカキドギン川がディドヨン川に合流する地点の直下流にあり、地形・地質ともにNo.2ダムサイト地点に類似している。兩岸斜面とも比較的傾斜が緩やかで、かつ左右岸とも尾根が細い。山腹斜面は風化が進んでいて、新鮮な岩石は見られない。堤体の上流側のり面がカキドギン川にかかる可能性があるなど問題が多いので、今回の調査では、他の2地点のような調査は行なわなかった。

堤体材料としては、合流点の直上流右岸にある閃緑岩の使用が考えられる。コア材についてはNo.2ダムサイトと全く同様の問題がある。

7-1-2 No.2 ダムサイト

兩岸の尾根は、なだらかで傾斜がゆるく、右岸の1部を除けば 20° 以上の所は、ほとんどない。尾根の幅も比較的狭く、とくに左岸側は、右岸より一層狭い上に標高700m強の部分の長くて続くので、満水位をEL.680mとした場合、山体を通しての漏水が懸念される。兩岸の斜面が緩やかで河床の幅が広い上に、右岸側には現河床から数m高い河岸段丘（奥行約70m）があるので堤体積が著しく大きくなる可能性があり、また段丘砂礫層の厚さが厚い場合には、コア敷の掘削量もまた多くなる。

地質は集塊岩とこれ貫ぬく閃緑岩からなっている。全体的には集塊岩が優勢であるが、ダム軸上流の河床や左岸の尾根上からカママンに達する林道ではかなり広い範囲にわたって閃緑岩が見られる。ダム軸より上流の河床やカママン川の河床にはかなり新鮮な露出があるが、山腹斜面や稜線では、全く粘土化している。右岸では、林道を除くと全く露出は見られない。表土は、1~3m程度と推定される。地質構造は全く不明で断層についても連続した露出がないため、その存在を確かめることが出来なかった。

ダムのタイプとしては地形が緩やかで堤体積が大きくなることや、風化が進んでいて新鮮な基礎岩盤を得るためには、莫大な掘削が必要で、場合によっては必要な高さで基礎岩盤を得られないことも予想されるので、ロックフィルダムが考えられる。堤体材料は、やや遠いがNo.3ダムサイト附近の左岸から得られる。コア材は風化岩を使用することになるが、すでに記したように粘土質かつ含水比が高く良質とはいえない。カママン付近のカママン川の両

岸が風化が進んでいて採取し易いと思われるが、取水口の掘削廃土を利用することも考えられる。

7-1-3 №3 ダムサイト

両岸の斜面は急峻で平均 40° 以上と思われる。特に左岸側では新鮮な岩石からなる急崖が標高 $1,000\text{m}$ の山頂までほとんど連続している。右岸も上流寄りでは標高 700m 付近から中腹まで、下流寄りでは河床から中腹まで右岸と同様な露岩が連続して、そこでは傾斜 50° を越える。右岸側は上記急崖の背後（山側）は標高 700m 程度の細い尾根となっている。

地質は集塊岩、これに幅数 m 以下の閃緑岩の岩脈が数条貫入している。岩脈の方向は測定し得たものでは $N20^\circ W$ のものが多い。

集塊岩は $N40^\circ E30^\circ SE$ 程度の単斜構造をなす。このため左岸側では斜面の方向とほぼ一致することになり、集塊岩中に強度の低い層が挟在した場合、それより上に重なる地層が弱層によって滑落する可能性がある。ダム軸の尾根と上流側の尾根の間の凹所には、地層面が 10m 以上にわたって小さな沢の河床をなしているのが数ヶ所見られ、小規模ながら上記のような現象が生じているのではないかと思われる。また、この凹所の上流斜面は全体として地層面と一致している可能性もある。断層は、ダム軸から約 300m 上流の左岸寄りに $EW70^\circ\sim 80^\circ N$ の幅数 10cm のものが観察されたが、ダム計画にとって全く問題とはならない。このダムサイトでは左岸側ではダム軸から約 500m 上流まで2ヶ所を除いては連続して新鮮な岩石が露出しているため、河を横断する大規模な断層を想定出来るのはこの2ヶ所だけである。しかし、そのうち下流側のものは右岸側の対応する位置の中腹以上に新鮮岩からなる岩があるので断層の可能性は少ない。上流側のものは仮にあったとしてもダムに対する影響はほとんどない。すなわちすでに述べたようにダム軸から 1km 上流にはかなり大規模な断層が存在する可能性がある。次に河床部を通る大規模な断層も右岸下流に連続した露出があるので、存在する可能性は極めて少ない。しかしながら、このサイトでもっとも問題となるのは右岸の鞍部である。ここでは平行な $ENE-WSW$ の断層を想定する必要がある。ただし河道から 300m 程度は離れている。

このサイトは№1ダムサイトおよび№2ダムサイトとは異なり、両岸とも山頂に至るまで新鮮な岩石が露出している。しかしながら、右岸側においては小さな山頂の背後は鞍部を有する細い尾根となっていて、この尾根には集塊岩が見られるが、ここでは地表の露出は他のサイトと同様に強く風化して粘土化している。この尾根に隣接する下流の尾根も先端部以外は粘土

化している。新鮮な集塊岩と粘土化した集塊岩の境界の正確な位置および状態は不明であるが、上記の2つの尾根の間の沢では、新鮮な岩石からなる露出の上に表土層が直接重なって、極めて急激に移り替っているように見える。

このサイトに最も適したダムタイプはコンクリートダムである。堤体積もそれ程大きくはならず、かつ、僅かな掘削によって強度の高い基礎岩盤が得られる筈である。

一方、フィルダムの場合は、右岸の傾斜が急であることや河床の幅が狭いことがかえって不利な条件となる。すなわち、コア部にクラックが発生し易いことおよび充分な数の大型施工機械を投入し難いことなどである。

コンクリートダムを考える場合、最も重要な問題点は、前にのべた右岸側の推定断層で、この断層に切られて右岸側の新鮮な岩石の部分の範囲が著しく狭くなっている可能性およびこの断層を通しての漏水である。

堤体材料又は骨材としては左岸側の集塊岩が考えられる。コア材としては、量が少ない場合には500m上流の右岸にある礫混り粘土が利用出来る。

以上を総合的に判断し各ダム地点を比較するとTable 7-1になり、地形及び地質に関連してNo.3ダムサイトが最も優れ、ついでNo.2ダムサイト、No.1ダムサイトの順となる。

7-2 地上式一段開発

7-2-1 発電所

発電所付近の地質は、ダムサイト付近と同様集塊岩と、これに貫入した閃縁岩からなる。集塊岩中には砂岩および礫岩の薄い層が抛在することはすでにのべた。

集塊岩は、上流に向って極めて緩やかに傾斜している。

発電所予定地は広い河岸段丘の上であって、この段丘は厚さ1~2mの粘土質表土を除けば1m以上の巨砕からなっているように見える。しかし、サイトの500m上流および下流には集塊岩などがディドヨンの河床に露出しているため、この段丘堆積層の厚さはそれ程厚くなく、岩盤基礎が得られると推定される。特に大規模な断層の存在を推定する根拠はない。

7-2-2 水圧鉄管路

予定地付近の山腹には、集塊岩および閃縁岩が見られる。稜線付近では完全に粘土化しているが、沢の河床や調圧水槽予定地付近の山頂部には新鮮な岩石が露出しているため、風化

部の厚さはダムサイト付近よりは薄いと推定される。水圧鉄管路の上部では、露出はないが巨大な転石が多数散在していて、崖錐堆積層と推定されるので、水圧鉄管路の大部分は、このような崖錐堆積層を基礎とすることになる。

7-2-3 水路トンネル

水路の通過地点付近には露出が少ないが、河床付近の山腹には安山岩の岩脈または安山岩の熔岩と思われる新鮮で堅硬な岩石が、ごく狭い範囲ではあるが見られる。従って内部には新鮮堅硬な岩盤があるものと期待される。

7-3 地下式上流開発

地下発電所サイト付近には新鮮な自破碎熔岩および集塊岩が連続して露出している。

この岩石は、節理も少なくその間隔は1 m以上で、良好な岩盤であるが、稀には極めて明瞭でやや開いた節理がある。また、地下発電所サイトの200~500 m上流には変質帯または大規模な断層の一部と思われる露頭がありほぼ東西に連続しているものと推定される。

この変質岩がデデイピオ川を横切ると推定される地点では、風化が進んで山腹斜面は極めて不安定な状態となっており、多数の小規模な崩壊が発生している。

従って発電所の位置を決めるのは、この変質帯（または断層）の位置及び規模を充分把握した後でなければならないが、現在の段階では、この変質帯から離すためになるべく南に移す方が得策である。

7-4 原石山

No.2ダム用のロック材はビヨイ付近を、No.3ダム用のコンクリート粗骨材はNo.3ダム下流右岸の山を想定した。

コンクリート用細骨材の採取可能地点のビヨイはマンパラン層（ダムサイトと同じ累層）またはそれよりやや古いカラパロ層群の安山岩または玢岩からなる。岩石は、長石および輝石の斑晶を多く含む微晶質の岩石で、暗紫色ないし暗緑色を呈する。斑晶は、径2~3 mmの大きさを示す部分と、径1 mm程度の小さいものしか含まない部分とがある。新鮮なものは極めて緻密堅硬であるが、部分的には節理が細かく入っている所が見られる。また、岩体の南半部では一見、角礫状を呈して自破碎熔岩と考えられる部分が多い。

地表付近では著しく風化しており、その厚さは場所によって異なるが、新鮮な岩石を得るた

めには数mないし10m、あるいはそれ以上表層を除去する必要がある。その深さはボーリングにより確認する必要がある。

岩石の性質は、コンクリート用骨材に適するものと考えられ、良好な細骨材を得られるものと推定される。ただし、上記のような岩相上の相違から、岩体の南半部は北半部に比べて細骨材用としての性質がやや劣る。

Table 7-1 Geological Comparison of Dam Sites

	<u>Item</u>	<u>No.1 site</u>	<u>No.2 site</u>	<u>No.3 site</u>
Topography	Slopes of both banks	Gentle	Gentle	Steep
	Thickness of Ridges	Thin, especially at the right bank	Thin, especially at the left bank	Thin behind the right bank
	Width of riverbed	Wide	Wide	Narrow
	Others	At the conjunction of the Kakiduguen river	A difference in height between the dam crest and the top of the mountain is small.	-
Geology	Bedrocks	Heavily weathered at both banks	Heavily weathered at both banks	Fresh
	Existence of faults	Not clear	Not clear	Assumed fault behind the right bank
	Outcrops	A few	A few	Almost continuous outcrops
Dam type		Fill	Fill	Concrete
Materials quarry site	Rock Materials	Near but questionable in available quantity	Far	-
	Core Materials	-	A little far	-
	Aggregates	Near	Far	Near
Problems		1. Topographically difficult for the construction because the Kakidugeun river flows in the dam site.	1. Large excavation volume and large dam body	1. Fault behind assumed the right bank
		2. Large excavation volume and large dam body	2. Thin ridge and water leakage	
		3. Thin ridge and possibility of water leakage	3. Transportation of rock materials	
		4. Core materials	4. Core materials	
		5. Geologically unclear	5. Geologically unclear	

Fig. 7-1 Geological Map of Project Site

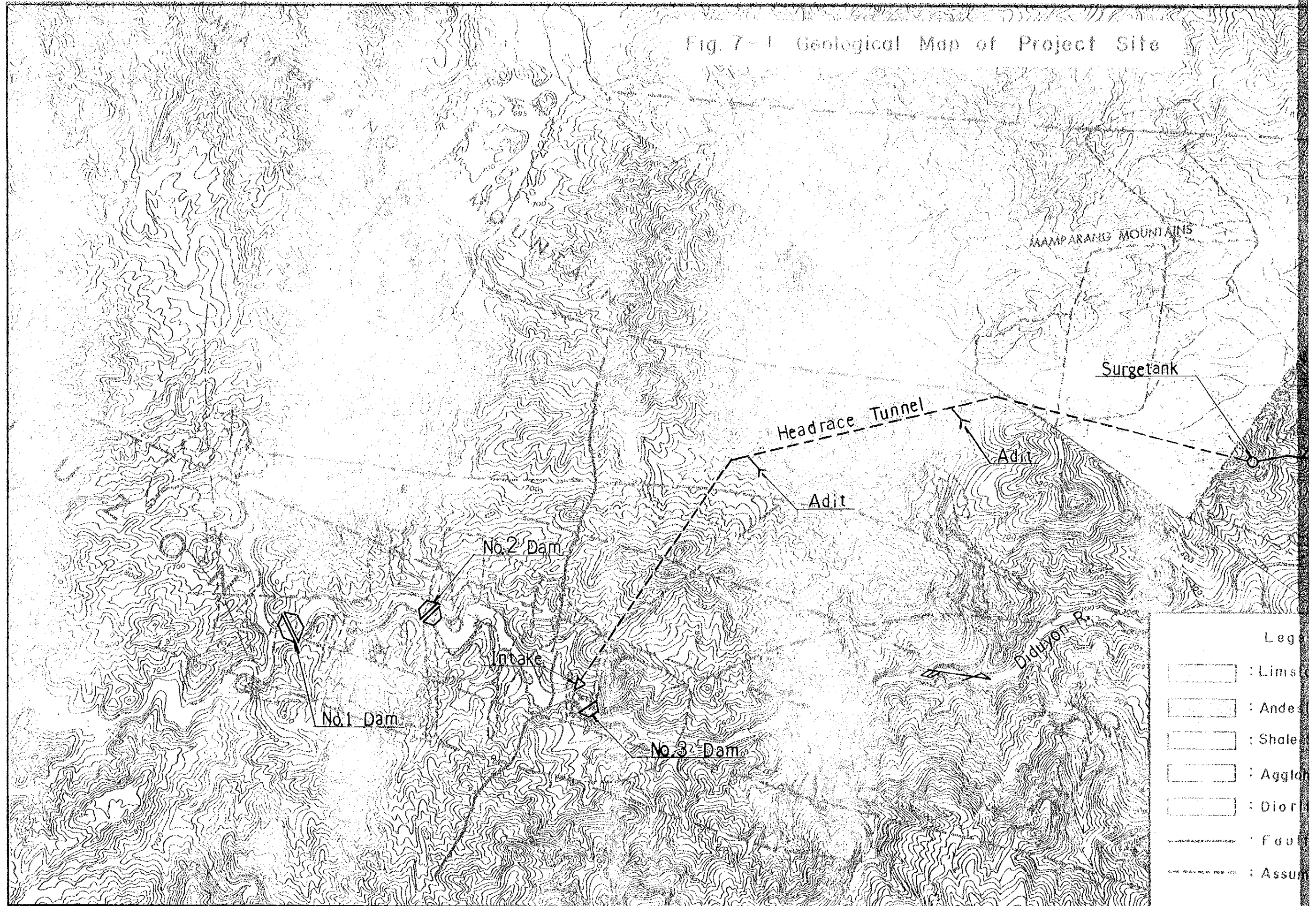
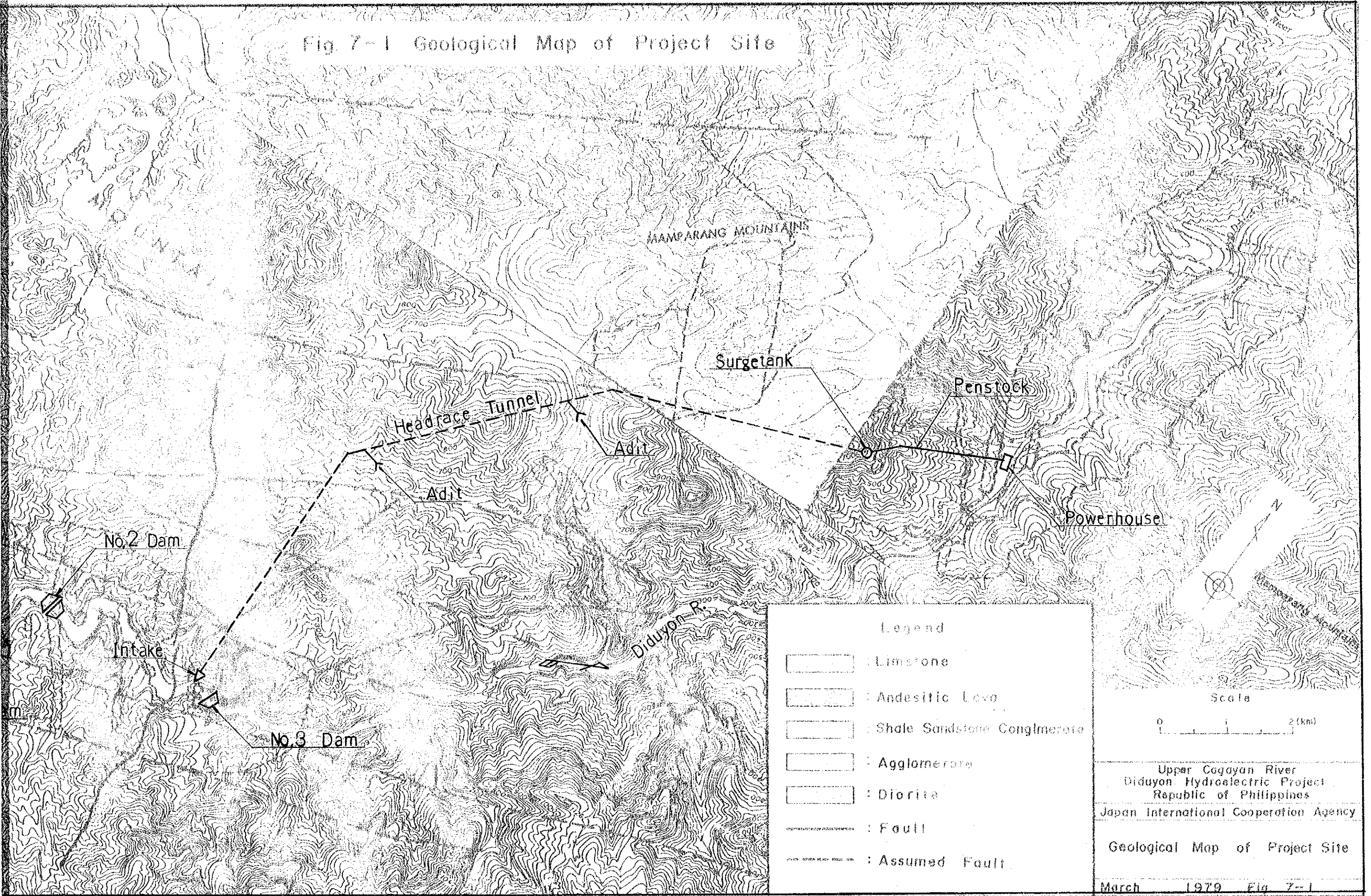


Fig. 7-1 Geological Map of Project Site



Legend	
	: Limestone
	: Andesitic Lava
	: Shale Sandstone Conglomerate
	: Agglomerate
	: Diorite
	: Fault
	: Assumed Fault

Upper Cagayan River
 Diduyon Hydroelectric Project
 Republic of Philippines
 Japan International Cooperation Agency
 Geological Map of Project Site
 March 1979 Fig. 7-1