

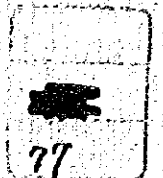
フィリピン国

AGNO河、BICOL河、CAGAYAN河における
洪水予警報システムの総合計画設立のための
基本調査

PROGRESS REPORT I

昭和52年2月

国際協力事業団



219
A71K
E2

フィリピン国

AGNO河、BICOL河、CAGAYAN河における
洪水予警報システムの総合計画設立のための
基本調査

PROGRESS REPORT I

JICA LIBRARY



1045818[0]

昭和52年2月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	4. 4. 36	118
登録No.	04081	61.7
		SDF

目 次

I. 概 説	1
II. 水文・気象的特徴	12
§-1. Agno River	12
1. 地 形	12
2. 気 候	14
3. 降 雨	15
4. 洪水と高潮	16
5. 治水事業	17
6. 水文観測所	18
§-2. Bicol River	19
1. 地 形	19
2. 気 候	21
3. 降 雨	22
4. 洪水と高潮	23
5. 治水事業	24
6. 水文観測所	25
§-3. Cagayan River	26
1. 地 形	26
2. 気 候	27
3. 降 雨	28
4. 洪水と高潮	29

5. 治水事業 30

6. 水文観測所 31

III. 社会・経済的特徴 32

§-1. Agno River 32

1. 人口 32

2. 産業 33

3. 交通 35

4. 洪水被害 37

5. 開発計画 38

6. 洪水予報対象地区 39

§-2. Bicol River 41

1. 人口 41

2. 産業 42

3. 交通 43

4. 洪水被害 45

5. 開発計画 46

6. 洪水予報対象地区 47

§-3. Cagayan River 49

1. 人口 49

2. 産業 50

3. 交通 51

4. 洪水被害 53

5. 開発計画 54

b. 洪水予報対象地区	55
IV. 洪水予報	57
§-1. Agno River	57
1. 洪水ハイドログラフ	57
2. 洪水到達時間	63
3. 流域分割	64
4. テレメータ-観測所	66
5. 流出と洪水追跡モデル	70
6. 高潮	72
7. 洪水予報の手法	74
§-2. Bicol River	80
1. 洪水ハイドログラフ	80
2. 洪水到達時間	88
3. 流域分割	89
4. テレメータ-観測所	91
5. 流出と洪水追跡モデル	95
6. 高潮	97
7. 洪水予報の手法	99
§-3. Cagayan River	112
1. 洪水ハイドログラフ	112
2. 洪水到達時間	116
3. 流域分割	117
4. テレメータ-観測所	117

5. 流出と洪水追跡モデル	119
6. 高潮	119
7. 洪水予報の手法	122
V. 電気通信システム	130
§-1. 概要	130
§-2. 提案システムの検討	132
1. Agno River システム	132
2. Bicol River システム	133
3. Cagayan River システム	134
§-3. 通信回線の設計	136
1. テレメータ-網	136
2. 多重通信網	136
3. バックアップ通信回線	137
VI. 実施スケジュール	138
VII. 運営と管理	139

PROGRESS REPORT I

CONTENTS

I.	Summary	1
II.	Hydrological Characteristics	12
	§ - 1 The Agno River	12
	1. Geomorphology	12
	2. Climate	14
	3. Precipitation	15
	4. Flood and Storm Surge	16
	5. River Training Works	17
	6. Gaging Stations	18
	§ - 2 The Bicol River	19
	1. Geomorphology	19
	2. Climate	21
	3. Precipitation	22
	4. Flood and Storm Surge	23
	5. River Training Works	24
	6. Gaging Stations	25
	§ - 3 The Cagayan River	26
	1. Geomorphology	26
	2. Climate	27
	3. Precipitation	28

4. Flood and Storm Surge	2 9
5. River Training Works	3 0
6. Gaging Stations	3 1
III. Socio-Economic Characteristics	3 2
§ - 1 The Agno River	3 2
1. Population	3 2
2. Industry	3 3
3. Traffic	3 5
4. Damage	3 7
5. Basin Development Projects	3 8
6. Target Area	3 9
§ - 2 The Bicol River	4 1
1. Population	4 1
2. Industry	4 2
3. Traffic	4 3
4. Damage	4 5
5. Basin Development Projects	4 6
6. Target Area	4 7
§ - 3 The Cagayan River	4 9
1. Population	4 9
2. Industry	5 0
3. Traffic	5 1

4.	Damage	5 3
5.	Basin Development Projects	5 4
6.	Target Area	5 5
IV.	Flood Forecasting Procedure	5 7
§ - 1	The Agno River	5 7
1.	Hydrographic and Hyetographic Characteristics	5 7
2.	Travelling Time	6 3
3.	Tributaries to be Forecast	6 4
4.	Telemetering Station	6 6
5.	Run-off and Flood Routing Model	7 0
6.	Storm Surge Model	7 2
7.	Flood Forecasting Method	7 4
§ - 2	The Bicol River	8 0
1.	Hydrographic and Hyetographic Characteristics	8 0
2.	Travelling Time	8 8
3.	Tributaries to be Forecast	8 9
4.	Telemetering Station	9 1
5.	Run-off and Flood Routing Model	9 5
6.	Storm Surge Model	9 7
7.	Flood Forecasting Method	9 9
§ - 3	The Cagayan River	1 1 2
1.	Hydrographic and Hyetographic Characteristics	1 1 6

2.	Travelling Time	116
3.	Tributaries to be Forecast	117
4.	Telemetering Station	117
5.	Run-off and Flood Routing Model	119
6.	Storm Surge Model	119
7.	Flood Forecasting Method	122
V.	Telecommunication and Telemetry System	130
§ - 1	Outline	130
§ - 2	Study of the Recommended System	132
1.	Agno River System	132
2.	Bicol River System	133
3.	Cagayan River System	134
§ - 3	Design of Telecommunication Links	136
1.	Telemetry Network	136
2.	Multiplex Telecommunication Network	136
3.	Back-up Telecommunication Links	137
VI.	Schedule of Implementation	138
VII.	Operation and Maintenance	139

I Summary

§ 1. プロジェクトの背景及び目的

フィリピン諸島は、その位置する所がユーラシア大陸の東縁に近く、又、緯度 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}N$ 付近であるため、モンスーンおよび台風の影響を真正面に受けている。そして、モンスーンや台風に伴う豪雨がもたらす洪水や、強風がもたらす高潮は、毎年のようにこの島々を襲っている。特にルソン島は、人口が過密で産業も発達しているため、一旦、洪水や高潮が襲来すると、それによる人命、財産の損失、社会活動の妨げは、はかりしれないものがある。

フィリピン政府は、治水事業に營々として取り組んできているが、まだまだ完成の域に達していない。しかも、治水事業には、そもそも「完成」という事はないとも言える。何故なら、ある想定した洪水を安全に流下するような dyke を完成したとしても、自然の力はその規模を上回る洪水をもたらすからである。

ここに、洪水予警報を実施する意義が存在するのである。即ち、治水事業が未完成の時には、補うものとして完成後はその目的をより一層、確実なものとし、かつ、非常時に備えるものとして、洪水予警報システムの意義があるのである。

フィリピン政府は、つとに、この予警報システムの意義を、認識し、国連台風委員会 (Typhoon Committee, ESCAP) 及び日本政府の協力ののもとに、Central Luzon の最重要河川の一つである PAMPANGA 川において、洪水予警報システムを、1973年に完成させたのである。PAMPANGA システムは、特に1976年5月の大出水において、その効果を遺憾なく発揮し、

多数の人命財産を災害から救ったのは、記憶に新しい所である。この教訓をふまえて、フィリピン政府は、洪水予警報システムを Central Luzon の Agno 川、南部 Luzon の Bicol 川、北部 Luzon の Cagayan 川の三川に extension する計画に対する協力を日本政府に要請した。日本政府は、これを受けて、フィリピン国洪水予警報システム調査団を派遣し、feasibility study にあたらせていたのである。

§2. 調査の目的

調査の目的は、Pampanga 川において活躍している洪水予警報システムを、ルソン島の他の三川、Agno, Bicol, Cagayan に extension する計画について、feasibility study を実施することである。調査の内容は次のようなものである。

関係者との討論

資料の収集、整理

現場踏査

気象及び水文特性の調査

社会経済的特性の調査及び、Target Area の検討

予報モデルの作成、観測所網の作成

Telecommunication System の提案

システムの Operation & Maintenance 計画の作成

事業費の概算

システム建設及び、要員訓練計画の提案

§ 3. 調査団の構成

調査団は、次の三つに大別される。

第一次調査団

第二次調査団

国内作業班

第一次、第二次調査団の構成は、次の通りである。

団長	川合 恒彦	建設省河川局河川計画課 調査官
河川専門家	山口 一弘*	建設省河川局河川治水課 補佐
、	児玉 文雄*	建設省関東地方建設局 利根川ダム統合管理事務所長
、	石井 弓天*	(株)建設技術研究所技術第3部長
、	石井 讓治	(株)建設技術研究所開発研究室次長
、	蛭間 豊春**	(株)建設技術研究所技術第3部次長
、	橋本 健	建設省土木研究所水文研究室 研究員
、	葛城 幸一郎	建設省近畿地方建設局淀川ダム統合 管理事務所広域水管理課長
気象専門家	宮沢 清治'	気象庁 主任予報官
電気通信専門家	津村 修'	建設省大臣官房電気通信室長
、	高山 一彦**	建設省大臣官房電気通信室専門官
、	清水 滋**	建設省大臣官房電気通信室技官
、	小村 正道	建設省関東地方建設局電気通信課係長
、	菅 收治	(社)建設電気技術協会
、	中川 善治	"
1-16-7	岡崎 有二	海外協力事業団社会開発協力部 開発調査課

注; * 同 第一次調査団団員
** 同 第二次

国内作業は、調査団員に、(株)建設技術研究所より、

河川専門家	菅沼 古隆	技術第3部課長代理
社会経済専門家	大野 善雄	開発研究室次長

他、数名の技師が協力し、実施した。

§ 11. 調査の経過

第一次調査は、このプロジェクトの全体像を把握するために、フィリピン現地で行われた。期間は、1976年11月18日より同12月17日までである。第二次は、1977年1月31日より、3月5日まで、主として観測所の選定及び、電波伝搬試験を行った。国内作業は、第一次調査団帰国後の、1976年12月より開始され、1977年3月終了する予定である。

当 Progress Report I は、これまでの調査の結果を取りまとめたものである。その他、1976年12月に、Interim Report が提出されている。なお、Progress Report II は、1977年3月末に提出の予定である。

§ 5. 結論及び報告

1. これまでの調査により、Agno, Bicol, Cagayan 三川の洪水予警報システムの拡充は feasible であることがわかった。
2. システムは次のような施設、組織よりなっている。
 - 1) Agno川において、テレ-9 station 14所(近い将来さらに1ヶ所増設)、中継所14所、Sub Center (Carmen, Rosales) 1ヶ所
 - 2) Bicol 川において、テレ-9 station 9ヶ所、中継所2ヶ所、sub-center (Cawaligan Ngza) 1ヶ所
 - 3) Cagayan 川において、テレ-9 station 4ヶ所、中継所2ヶ所、sub-center (Tuguegarao) 1ヶ所
 - 4) Manila 市周辺に送受信所を2ヶ所設け、各 sub-center と Flood Forecasting Center (FFC) との連絡に当る。
FFC と sub-center との通信は、多重回線通信あるいは、SSB のラジオ電話による。
 - 5) FFC は、各 sub-center からの情報及び Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Service Administration (PAGASA) で行われる気象情報等から、洪水の特性(最高水位、出現時刻、継続時間等)を予測し、各 sub-center へ送り返すとともに、関係各機関へ連絡する。
 - 6) システムの維持運営のための、全システム完成時には、15人の水文技術者と26人の電気通信技術者が必要である。これらの技術者は、各 sub-center 及び FFC に配置される。

2) 予報作業の精度、能率向上のため、将来、コンピュータをシステムの中へ組み込むことが望ましい。

3. 洪水予報システムの運営については、Pampanga 川において、数年の経験があるとは言え、これを他の三川に拡張するのに十分な要員はまだ育成されていない。したがって、一気に全設備を完成するよりは、要員の訓練やシステムとしての経験を蓄積しながら step-by-step に、5段階で実施することが望ましい。

1st step Agno 系のテレメータ網を完成し、これを FFC と多重回線通信で結びつける。

2nd step Bicol あるいは Cagayan 系にテレメータ網を完成する。FFC とは、ラジオ電話で連絡。

3rd step 上に残された流域にテレメータ網を完成する。
FFC とは、ラジオ電話で連絡。

4th step 2nd step の sub-center から FFC へ多重通信回線を完成

5th step 3rd step の sub-center から FFC へ多重通信回線を完成

4. step-by-step で完成するとして、施設の設置に要する時間は、3年程度とするのが望ましい。3年の終わりには、一応施設は完成しているが、さらに要員の訓練、技術 Transfer を on the job で行う必要がある。各 step 毎に機器が設置されるが、その後さらに、2年半程度は、このような訓練を行う必要がある。従って、全システムが円滑に動き出すまでに、最低5ヶ年は要するであろう。

この訓練のため、日本より指導員として水文技術者と、
電通技術者と各3名程度派遣する。この他、研修のため、
フィリピンの水文・電通技術者と、日本に受け入れること
が必要である。

洪水予報システムスケジュール

	1	2	3	4	5
Agno系					
ネットワーク設置	┌───┐				
FPCとの連結	┌───┐				
要員の訓練	┌──────────────────┐				
Bicol系*					
ネットワーク設置	┌───┐				
FPCとの連結			┌───┐		
要員の訓練	┌──────────────────┐				
Cagayan系					
ネットワーク設置		┌───┐			
FPCとの連結			┌───┐		
要員の訓練		┌──────────────────┐			

注) このスケジュールは、Bicol系を先にし、
Cagayan系が先行してよい。

5. このシステムの事業費は、外貨・内貨に分けて現在検討中
であるが、費目は次のようなものが考えられる。

工事費

Gaging Station

Telecommunication Facilities

維持管理費 (5年間)

器材費

人件費

車両費

コンサルタント料

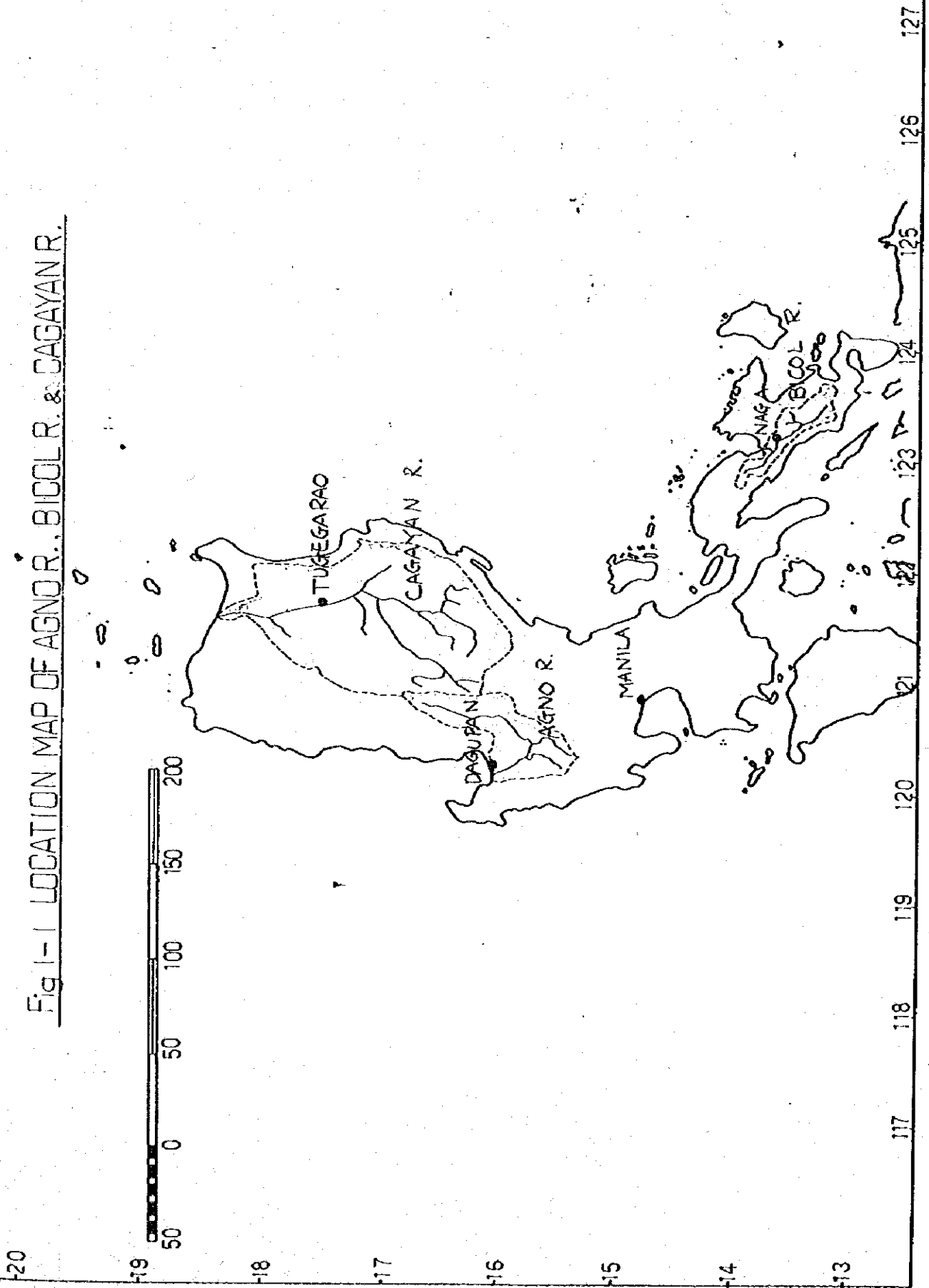
設計費

工事管理費

技術指導費

6. Telecommunication 網の完成には、数年を要するが、水文観測所については、可及的速やかに、新設、復旧を行ない、観測に習熟するとともに、信頼度の高い data の蓄積に着手すべきである。
7. 洪水をもたらす降雨についても、予測を行うことが望ましいが、目下の所、その技術は完成していない。しかし、レーダーによる雨量観測を発展させれば、予測も可能になるだろう。この意味で、PAGASA 管轄の気象レーダーの情報も洪水予警報システムに取り入れることが望ましい。

Fig 1-1 LOCATION MAP OF AGNO R., BICOL R. & CAGAYAN R.



Ⅱ 水文気象的特徴

§1. Agno 川

1. 流域の地形

Agno川は、drainage area 5,646 km² (河口の Bay West, Lingayen Stn.) を持ち、Cagayan川 Panpanga川に次ぐ Luzon 島第3の大河である。流域の半分は山地で、特に本川 Agno川の水源地、Banguet Province の 2,000m級の山地である。

主要な支流は、中流部 Bayambang で、左より合流する Tarlac川 (Poponto Swamp を含み、流域面積約 1,900 km²) である。Tarlac川は、Tarlac Province の山地にある Mount-Pinatubo (標高 1,745m) を水源としている。

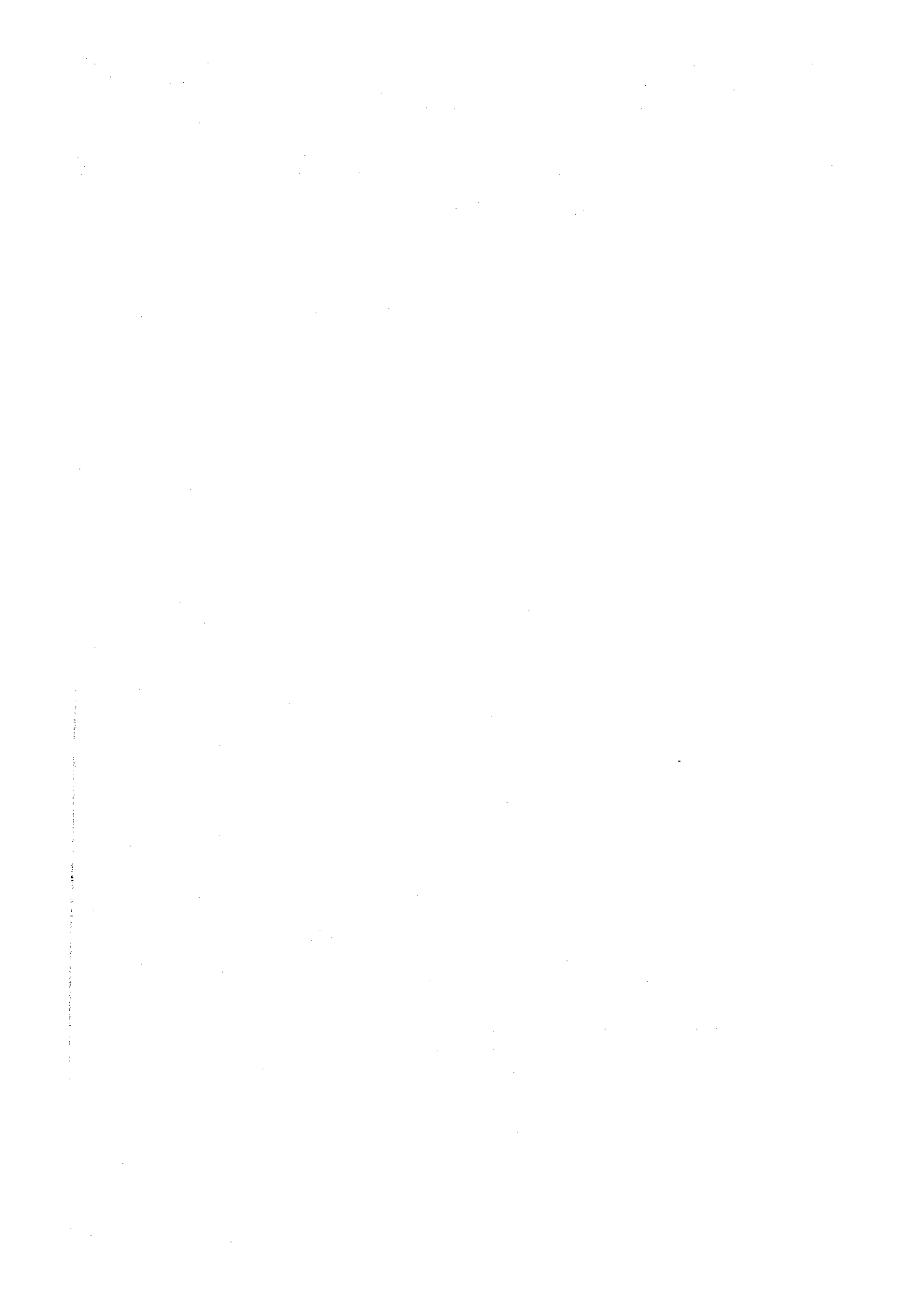
山地を出た Agno川は、広大な扇状地と、その下流のデルタを形成し、Lingayen湾に注いでいる。この扇状地とデルタは、Pangasinan平野と呼ばれ、Panpanga平野と並んで、古くから開発が進み、Central Luzon の穀倉地帯となっている。

Agno川の河道は、約 200 km あるが、そのうち 90 km は山地に属している。山地部河道は、深い峡谷をなし、その平均河床勾配は約 $\frac{1}{50}$ 、平野部河道は $\frac{1}{1,000}$ の平均河床勾配を持っている。

Tarlac川が本川に合流する Bayambang 付近には、面積約 25 km² の Poponto Swamp があり、本川への合流を自然調節している。

Pangasinan平野の中心部は、Dagupan, St. Barbara 一帯である。この平野は、もともと、Agno川の氾濫によって形成されたのであるが、その後の河道の変遷、河川改修事業の

結果、本川とは切離され、洪水は、旧派川河道である Dagu-
pan 川によって排除されている。



2. Climate

フィリピン諸島の気温の変動は、比較的小さいので、気候区分は、乾季・雨季の有無によって行なわれる。

これにより、次のような4種の気候帯が定められている。

タイプ1 はっきりした乾季(11月~4月)と、雨季(5月~10月)があるもの

タイプ2 はっきりした乾季は無いが、11月から1月の雨季があるもの。

タイプ3 はっきりした雨季が無く、1~3ヶ月続く弱い乾季があるもの

タイプ4 はっきりした乾季や、雨季も無いもの

Agno川流域の気候は、First Typeに属する。これを決定づけているのは、流域の周囲をとりかこむ、2,000m級の山脈と、モンスーン及び、台風である。

洪水をもたらすのは、モンスーンによる豪雨と、年平均11ヶ襲来する大型台風である。気温についてみると、

Dagupanの月平均気温は、最高が、8月の29℃、最低が1月の26℃であって、temperature differentialは、

比較的小さい。年平均湿度は、低地で75%、山地で85%となっている。

3. Precipitation

この流域の乾季は、11月～4月で、雨季は5月～10月と分っている。年雨量は、Agrio上流の4,000^{mm}からTanlac付近の2,000^{mm}まで変化している。このように大きな変化をする原因は、季節風によって、もたらされる降雨が山岳の影響を受けるためである。洪水をもたらす豪雨の記録は、Agrio川上流に近いBagnio市で、1911年8月、月雨量3,462^{mm}同年7月、24時間雨量1,168^{mm}という大きなものがある。

最近では、1972年と1976年に豪雨があり、大きな災害をもたらしている。

4. 洪水・高潮

Agno川の洪水は、山地部が大きいという地形的特性のための降雨があつてから数時間を平野に到達し、さらに、河口までは、約1日で到達する。したがって、洪水のハイドラグラフはかなりシャープな形となつてくる。

近年最大の出水は、1976年5月にあつたが、観測所が流失したため測定不能であつた。なお、BPWの計画によると、本川の中流部のWawaで、Bayambang (drainage area 4,198^{km²})で、100年確率洪水は $10,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、また、National Power Corporation (NPC) の計画によると、Binga Damのspillway計画洪水流量は $5,770 \text{ m}^3/\text{sec}$ (drainage area 936 km^2) となっている。

高潮についてみると、本川が流入するLingayen Gulfの、形状からして、ある程度のものが予想されるが、Bicol川河口のSan Miguel Bayにおけるものよりは小さいと考えられる。

洪水の氾濫については、先述のようにPangasinan平野は、河川の氾濫によって形成されたものであるだけに、しばしば氾濫を生じ、特に、1976年5月の出水は、前年の最大のもので、Pangasinan平野一帯は、Tarlac州も含み完全に水没してしまひ、その被害は、はかりしれないものがあつた。

5 River Training Works

Agno川の flood control は、BPWが中心となって担当して来ているが、その主な scheme は、dyke と flood way である。Pangasinan 平野は、主として本川右岸一帯に広がるので、右岸 dyke は、最も重要な構造物である。さらに、Tarlac 市より Poponto Swamp に至る Tarlac 川右岸堤防も、Agno 右岸堤に劣らず重要なものである。これらの dyke は、現在 70~80% が完成している。

Agno 及び、Tarlac 左岸堤については、まだまだ無堤地区が多く、目下盛んに施工が進められている。

中流部の Agno と Tarlac 合流点には、Poponto Swamp があり、Tarlac 川からの合流量を大きく調節している。最近、Agno 本川よりのピーク流量 $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ を、この swamp に導入する Alcala Flood way が完成し、Bayambang 下流の洪水を大きく低減させるものと期待されている。

Dagupan 川流域の flood control については、この川が本質的に内水河川であるため、それほど進んでいるとは言えない。将来は、排水の sluice や、pumping station も必要になるものと思われる。

他の水理構造物としては、本川上流にNPCに属する Ambuklao Dam と、Binga Dam という二つの高さ 100m 級のダムがある他、San Roque, San Manuel には、National Irrigation Administration (NIA) に属する Agno Irrigation System の取水ダムがある。また、Tarlac 川の Tarlac にも、やはり NIA の灌漑用取水ダムがある。

6. Gaging Station の状況

水位流量観測所は、主として BPW に属している。Aguo 川本川 10ヶ所、Tarlac 川 1ヶ所その他、Dagupan 川に 3ヶ所の観測所がある。これらの観測所では、感潮区間にあるものを除き、流量観測も行われている。水位観測は、朝、昼、夕の、1日3回行われているが、洪水時には、extra reading として、hourly の reading を行っている。自記水位計を持つ所も多いが、1972 年の出水や、1976 年の出水によって、観測所が破壊されたため、すべて staff gage になっているのが現状である。しかし、San Roque, San Manuel Stn. は半は破壊され、また、Tibag, Tarlac Stn. は、放棄されている。観測データは、BPW 本部に集められている。

気象観測所として、Dagupan Synoptic Station, PAGASA があるので、主要気象要素は、すべて観測されている他、雨量観測所は、Aguo Basin, Dagupan Basin を合わせ、22ヶ所の多数にのぼる。その他、NIA, NPC も独自の観測所網を持っている。観測回数も、Synoptic Station などの例外を除き、すべて1日1回となっている。雨量観測所は、水位流量のそれと比べ、欠測は少ない。資料は Synoptic Station を通じて PAGASA 本部に集められている。

§2. Bicol 川

1. 流域の地形

Bicol 川は、Luzon 島最南端の、Province of Camarine Sur と Albay を流域とする drainage area 2717 km^2 (河口の Cuyapi Libmanan Sta.) の中河川である。

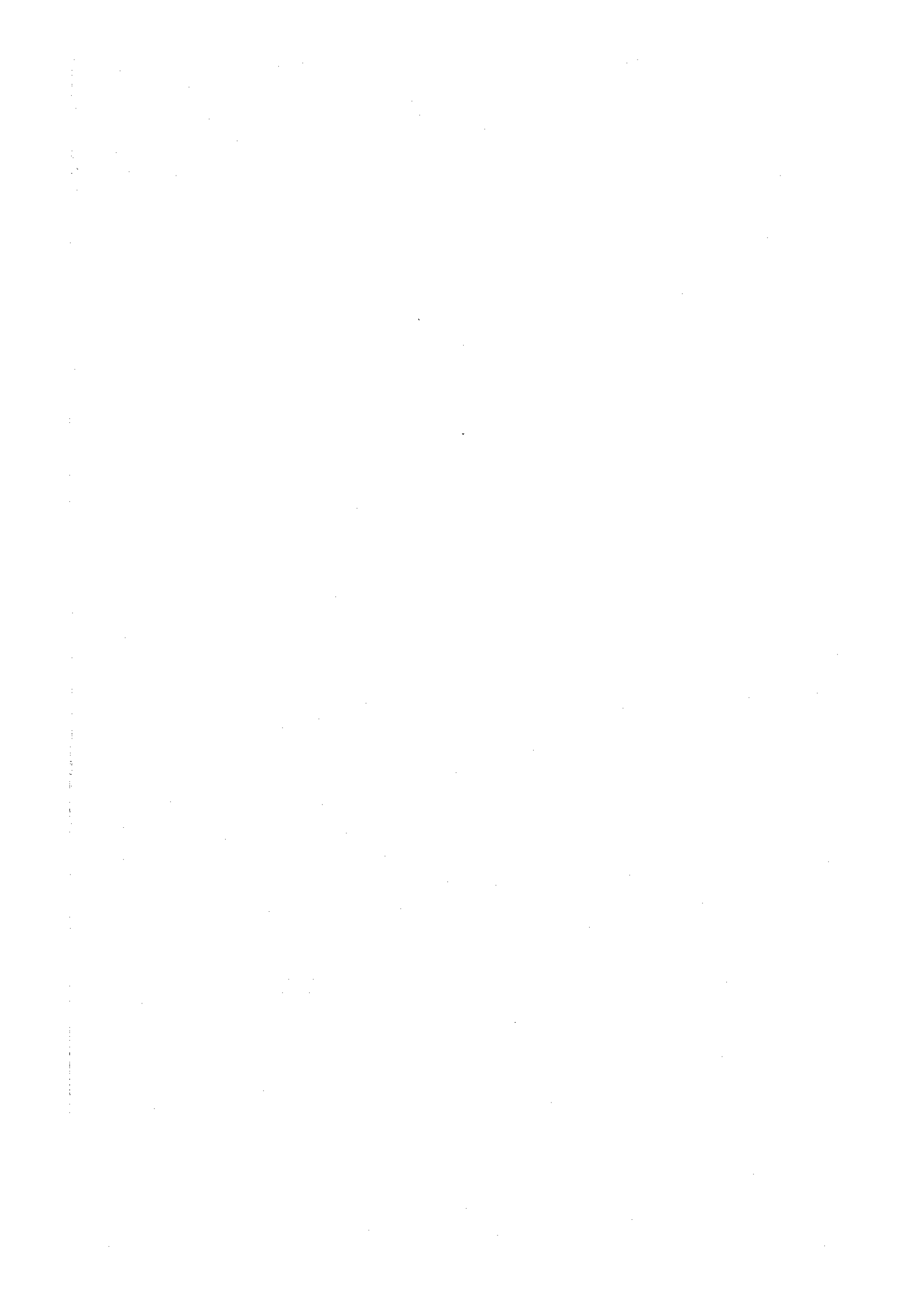
流域は、大半が平坦な沖積地、又は、火山堆積物より成る低い台地で、東側を、 2000 m 級の火山を中心とする山岳で、西側を、低い山地で限られている。水源は、Luzon 第一の名山とされる Mayon Volcano (標高 2421 m) であるが、流出した水は、一旦、Lake Bato, Bano, Buki にて調節を受けた後 Bicol 河道に入る。主要な支川は、河口より 8 km の地点で、左より合流する Sipocot 川である。この川の地形は、本川と異なり、殆んどが山地より成っている。

水源の山地に降った雨は、山腹の急斜面や溪流を流下し、直ちに、平野に出、著しい meandering を行ないつつ、Sipocot 川を合せ、San Miguel Bay に注いでいる。

Bicol 川の勾配は、著しく小さく、Lake Bato は河口より約 70 km 上流に位置するにもかかわらず、その最低水位は、僅か $\text{MSL } 5.0 \text{ m}$ にすぎない。これを水面勾配にすると、 $1/1000$ とはなっている。

一方、Sipocot 川は Napolidan から本川合流点まで約 25 km で、 100 m の落差があり、勾配は $1/50$ にも達する。

Sipocot 合流以降の Bicol 川河道は、河床が急に大きくなり、河口では、 1000 m 以上に達する。



Bicol 川は、このように緩流であるため、tide は Naga 市 (河口より約 35 km) より、さらに上流まで達している。

Bicol 川の地形を大別すると、Sipocot Basin を含む周辺の山地、Lake Bato 上流の火山灰の堆積した平地、Naga 市より河口に至る低平な湿地帯とに分けられよう。

2. Climate

この流域の気候は、无証の Second Type に属する。これは、東北方向に開いた地形と、モンスーン、サイクロンによって決められている。

11月から2月の東北モンスーンは、流域に大きく作用するが、貿易風は、山脈によって、さえぎられる。西南方向には、低い山しかないので、西南モンスーンにも、やや影響される。サイクロンは、年平均2回襲来する。

気温は、年平均27°C で、場所による差が小さい。湿度の平均は、Naga 中で 85% となっている。

3 Precipitation

この流域には、乾季というものがない。豪雨は、10月から12月に生起することが多い。その原因は主として、風向と、地形との関係による。年平均雨量は、流域西南部の2,000^{mm}から、北西部の3,600^{mm}に変化する。

洪水をもたらす豪雨は、Nagaの月雨量最大が2,900^{mm}とになっている。最近の豪雨は、1975年12月と、1976年12月にあった。

4 洪水及び高潮

山地への降雨は、直ちに平野に達するが、そこからは、低平な地形と大きな lake のため、非常に緩やかに河口に達する。最近の出水は、1975年12月、1976年12月に起こったが、Bicol Plain の全域が水没し、その被害は、莫大なものであった。

この流域の氾濫を一層激しくしているものに、San Miguel Bay に生ずる storm surge がある。San Miguel Bay はその形状が特に、高潮を生じやすいものとなっている上、強かな台風が、流域付近を通過することが多い。

storm surge の大きさは、2.5^m~3^m程度と推定されている。San Miguel Bay の満潮位は、MSL 1.5^m程度なので、天体潮に storm surge が加わると、高潮位は、MSL 4^mにも達することになる。

5. River Training Works

Bicol 川の River Training Work は、BRBDDP (Bicol River Basin Development Programme) が基本計画を立て、BPW が実施をしているが、これまでの所、Naga 市付近において、meandering を修正する Cut-off #3 を施工中であるにすぎない。しかし、将来の計画として、下流部における dyke system, Lake Bato から直接 Ragay - Gulf へ排水する diversion, Sipocot 川上流の dam 1 号など野心的なものがある。

他の構造物としては、NIA が施工した Lalo River Irrigation System を始のとする灌漑網の整備が上げられる。

6. Gaging Station の状況

水位流量観測所は、主として、BPW に属しており、その数は、27ヶ所に達し、大半の観測所では流量観測も行なっている。水位観測は、朝、夕、2回又は、昼も加え3回行なわれているが、洪水時には、毎時の extra reading を行なっている。自記水位計を持つ所も多いが、Mobulo, Naga を除き、すべて out of order となっているため staff gage により観測している。

気象観測は、Pili Synoptic Station PAGASA で、主要気象要素をすべて観測している。PAGASA を中心とする雨量観測所は、流域内に14ヶ所あり、原則として日雨量を測定している。

水文気象 station の数は、流域面積の大きさに比して多いが、これは、流域の殆んどが開発されていることによるものと思われる。

§ 3. Cagayan 川

1. Geomorphology

Cagayan 川は、drainage-area $27,580 \text{ km}^2$ (河口の Apari 観測所) を持つ Luzon 島最大の河川である。

本川は、Luzon 島最北部に位置し、北流して、Babuyan Channel に注いでいる。流域は、東南西、三方を $2,000$ 級の山脈に囲まれ、河道は、中央よりやや東寄りに位置している。Cagayan Valley は、比較的平坦であるが、所以の狭窄部によって、ILAGAN 周辺、TUGEGARAO 周辺、河口 Apari 周辺と、分かれている。

主要な支流は、Alcara 下流、河口より 55 km 地点で左岸より合流する Chico 川と、河口より 200 km の Ilagan で右岸より合流する Ilagan、河口より 230 km の Naguilian で左岸より合流する Magat 川が上げられる。特に、Chico 川と Magat 川は、大きな drainage area を持ち、両川で全流域の $\frac{1}{3}$ を占めているほどである。

本川河道長は、約 400 km あるが、そのうち 120 km は山地で、谷底平野の部分は、約 300 km である。この平地における平均河床勾配は、河口 ~ Naguilian 230 km 間を、 $\frac{1}{8,000}$ という緩さである。河道は、Cagayan Valley の氾濫原の甲を著しく meander しながら流下している。

下流部や、河口には、一部 marsh や swamp が存在している。

2. Climate

この流域の気候は、はっきりした雨季というものがなく、短い乾季のある Third type に属している。

気候は、三方を取巻く、高い山地と、年平均4回来襲するサイクロンと貿易風、モンスーンによって支配されている。

中流 Tugegarao の年平均気温は、 26.6°C で、月間の変動は少ない。湿度は、平均80%で、これもあまり変動しない。

3. Precipitation

降雨から見ると、12月から4月が乾季で、5月～11月が雨季となっている。年平均雨量は、流域北部のAlcara付近で、 $1,000\text{ mm}$ 、東南の山岳地帯で、 $3,000\text{ mm}$ となっているが、やや少ない。洪水をもたらし豪雨を見ると、1906年11月に、Tugegaraoの月雨量 $1,316\text{ mm}$ が最大であった。なお、この際の24時間雨量は、最大 318 mm であった。

4. Flood and Storm Surge

流域面積が大きいこと、Valleyの勾配が極めて緩いこと、数ヶ所の狹窄部で調節を受けること、河道がmeanderしていることが、原因となり、本川の洪水は、非常にゆっくりと下流に到達する。

本川筋の観測所では、流量観測が行なわれていないので、既往洪水の流量は、不明であるが、洪水時の水位は、常時より10m以上も上昇することがある。なお、BPWの計画によると、本川の100年確率洪水は、上流部のPangal (drainage area 11,244 km²) で、約11,000 m³/secである。このため、Valleyは、しばしば洪水氾濫被害を受け、氾濫面積は、最大2,080 km²に達すると想定されている。

高潮については、これまでの所大きな被害のあったという記録がなく、また、本川の流入するBabuyan Channelの形状からしても、それほど大きなものは生起しないと考えられる。

5. River Training Works

Cagayan 川の flood control は、BPW が中心とな
り担当して来ているが、現在までの所、まだ、具体化した
schemeはない。したがって、河道は、自然河川のままと
なっているといえよう。この川は、水資源の利用の面を進ん
でおり、左支川 Magat 川には、Oscariz Dam が NIA の
手により完成しており、広大な農地に灌漑している他、多数
の灌漑計画がある。

これらの、development project が完成すると、当然の結
果として治水施設に対する要求も強くなってくるものと思わ
れる。

6. Gaging Station の状況

水位流量観測所は、主として BPW に属している。

Cagayan 川本川に9ヶ所、Chico 川に2ヶ所、Magat 川に2ヶ所、Iragan 川に1ヶ所存在しているが、これは、流域面積の大きさに比べ少過ぎるようである。これらの観測所では、一般に、水位のみを観測しており、観測回数は、1日2~3回 staff gage を読んでいる。洪水時には、extra-reading として、hourly reading を行っている。

これらの data は、BPW 本部に集められている。

気象観測所として、Tugearao Synoptic Station PAGASA があり、ここで主要気象要素が観測されている他、PAGASA を中心とする雨量観測所は、26ヶ所あるが、abandon されているものも多く、流域面積の大きさに比べ数が少ないと思われる。

降雨のデータは、synoptic station を通じて、PAGASA 本部に集められている。

III. Socio-economic characteristics

§ 1. The Agno River

本川の流域は、Mountain Benguet, Pangasinan, Tarlac の5つの Province に包含されており、行政面積にして、13,118 km² の地域である。

1. Population

流域の人口は、約 2,302 千人、人口密度は、約 146.3 人/km² と、かなり高い地域である。

人口 5 万人以上の都市は、Baguio, Benguet 84.5 千人、Dagupan, Pangasinan 84.3 千人、Bayambang, Pangasinan 56.4 千人、Tarlac, Tarlac の 135.1 千人の 8 都市である。

表 3-1 Agno River Basin: Summary of Population Statistics

Province	Population 1970 census	Pop. increase (1960~1970) (%)	Pop. density (per sq. km)	Pop. Project 1975	Pop. distribution (%) Urban Rural	Literacy rate (%) 1970
Province Total/Ave	2,302,513	26.6	146.3	2,609,203	18.01 81.99	78.73
Mountain	93,112	8.4	44.4	105,259	35.9 64.1	61.55
Benguet	263,550	43.5	99.3	309,656	31.8 68.2	79.87
Pangasinan	1,386,143	23.3	258.2	1,547,604	19.90 80.10	86.03
Tarlac	559,708	31.2	183.3	644,624	16.70 83.30	87.45

Source of basic data: Bureau of the Census and Statistics

表 3-2 Cities and Towns With 50,000 or more inhabitants

Cities and Towns	Population 1970	Cities and Towns	Population 1970
Baguio, Benguet	84,538	Urdaneta, Pangasinan	58,690
San Carlos, Pangasinan	84,333	Bayambang, Pangasinan	56,415
Dagupan, Pangasinan	83,582	Lingayen, Pangasinan	56,096
Malabon, Pangasinan	61,423	Tarlac, Tarlac	135,128

2. Industry

産業は、Mountain, Benguet. 各 province を中心とする山間部では、Trinidad Valley の沖積地から周辺の山麓部で生産される中緯度作物（キャベツ、トマト、ニンジン、川芋等）が、フィピン第1の作物生産である。また、林材業は、Luzon 第1の生産地であり、全国第2の生産量である。さらに、採鉱業は、顕著に営まれており、特に、Benguet Province では金精錬を中心とする鉱業が最も重要な産業となっている。一方、Pangasinan 平野を中心とする平野部では、Palay (rough rice), sugar cane, Tobacco, livestock, poultry 等を中心とする農業及び、Lingayen, Dagupan の下流部における Fishpond Production が盛んである。その他、銅、ピスト製造を中心とする鉱工業が盛んである。

表3-3 Economic Information

Name of Province	Mountain	Benguet	Pangasinan	Tarlac
Area (sq. km.)	209,733	259,938	536,811	305,354
Income (FY 1942-43)	1,063,812	2,978,411	6,027,620	4,735,300
Industry	Agriculture Logging & Forestry Mining & Quarrying Manufacturing	Agriculture Logging & Forestry Mining & Quarrying	Agriculture Logging & Forestry Fishing Mining	Agriculture Logging & Forestry
Crops	Cabbage tomatoes carrots cauliflower strawberries etc.	Cabbage tomatoes carrots cauliflower strawberries etc.	palay (rough rice) tobacco coconut sugar cane livestock poultry	palay (rough rice) sugar poultry goats

表3-4 Number of establishments in Agno river basin by major industry division

Province	Total number of establishments	manu- facturing	Wholesale and retail trade restu- rant and food beverage	Transport storage and communication	Community social and personal services	Other economic activities
Mountain	773	118	383	29	31	12
Benguet	5,722	1,118	4,507	96	490	181
Pangasinan	20,561	2,307	12,377	3,934	1,610	313
Tarlac	9,980	941	6,068	2,087	704	180

3. Traffic

Agno River Basin を構成する交通網は、鉄道、道路が中心となっている。道路としては、当地域と域外を結ぶ幹線道路、地域間の主要地点を結ぶ準幹線道路、および生活道路がある。幹線道路のうち最も重要なものは、国道3号、13号、11号である。これらの道路は、まず、当地域を結ぶとともに、特に国道3号線は、Pangasinan平野の中央部を南北に縦断し、主要都市間を連結し、これに70入って13号、17号が地域間道路としての役割も果している。

1975年に観測された主要地点の交通量を幹線道路で見ると、少ない所々2,000~1,500台/日であり、Kinabatangan Provinceの都市部(Bayubato, Taba, Campi付近)では、5,000台/日を超えている。その他、Pangasinan Provinceの都市部(Asingan, Sto Tomas, Tarlac付近)の6,000台/日をはじめとして、その他の都市(Sta. Barbara, Dagupan, Lingayon付近)では、3,000~4,000台/日を超えている所もある。

以上のように、当地は、鉄道、道路等の交通の要となっており、Highway を中心とする幹線道路及び、鉄道が発達しており、数ヶ所で主要な河川と交差している。

表3-5 Existing Highway kilometres
(As of June 30, 1972)

Name of Province	Mountain			Benguet		
	National	Provincial Municipal and City	Total	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth	1114.03	114.19	158.22	13.71	422.89	435.60
Macadam	131.98	169.34	301.32	72.81	385.19	458.00
Low type bit	34.37	6.88	41.25	155.76	209.22	364.98
High type bit	-	-	-	45.19	40.68	86.87
Concrete	-	-	-	18.43	1.05	19.48
Misc & Comb	-	-	-	-	-	-
Total	210.38	290.41	500.79	305.90	1,059.03	1,364.93

Name of Province	Pangasinan			Tarlac		
	National	Provincial Municipal and City	Total	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth	28.28	297.80	326.08	8.59	110.43	119.02
Macadam	159.14	184.64	343.78	7.82	344.20	352.02
Low type bit	63.74	147.63	211.37	37.70	183.31	221.01
High type bit	129.55	92.10	221.65	36.48	-	36.48
Concrete	93.59	2.61	96.20	76.39	6.69	83.08
Misc & Comb	-	425.82	425.82	-	-	-
Total	474.60	1,750.60	2,225.20	166.98	644.63	811.61

4. Damage

Agno River basin における過去の年間平均洪水被害額は、P 60 Million で、洪水被害面積は $1,720 \text{ km}^2$ に直している。過去10年間(1966~1975)における主眼は Typhoon, Tropical cyclone 等による洪水被害額は、次のとおりである。

表3-6 Flood Information

Year	Name	Date	Damages	Rainfall
1966	Klaring	May. 11~12	P 430,000	Baguio 226.8mm
1967	Tring	Oct. 14~18	P 1,773,800	Baguio 675.7mm
1973	Luning	Oct. 2~9	P 6,300,000	Nagupan 34.6mm
1967	Welming	Nov. 1~5	P 170,000	Baguio 96.1mm
1968	Huarang	Aug. 17~20	P 400,000	Nagupan 114.4mm
1969	Elang	July 21~27	P 2,000,000	Baguio 545.7mm

5. Basin Development Project

現在、Aguo River Basinの開発を推進するため、フィリピン政府は道路計画、河川改修計画等にかたり力を入れており、開発が盛々と進められている。

Regional Projects

A. Manila North Road, Rosario-Laoag Section,

B. Second Luzon Highway Package Project

C. Tarlac - Sta Rosa Road

D. Rosario - Baguio Road

and

Bauang - Baguio Road

E. Paniqui - Cuniling - Wawa - Bayambang Road.

F. Agno and Tarlac River Control Projects
pangasinan, Tarlac.

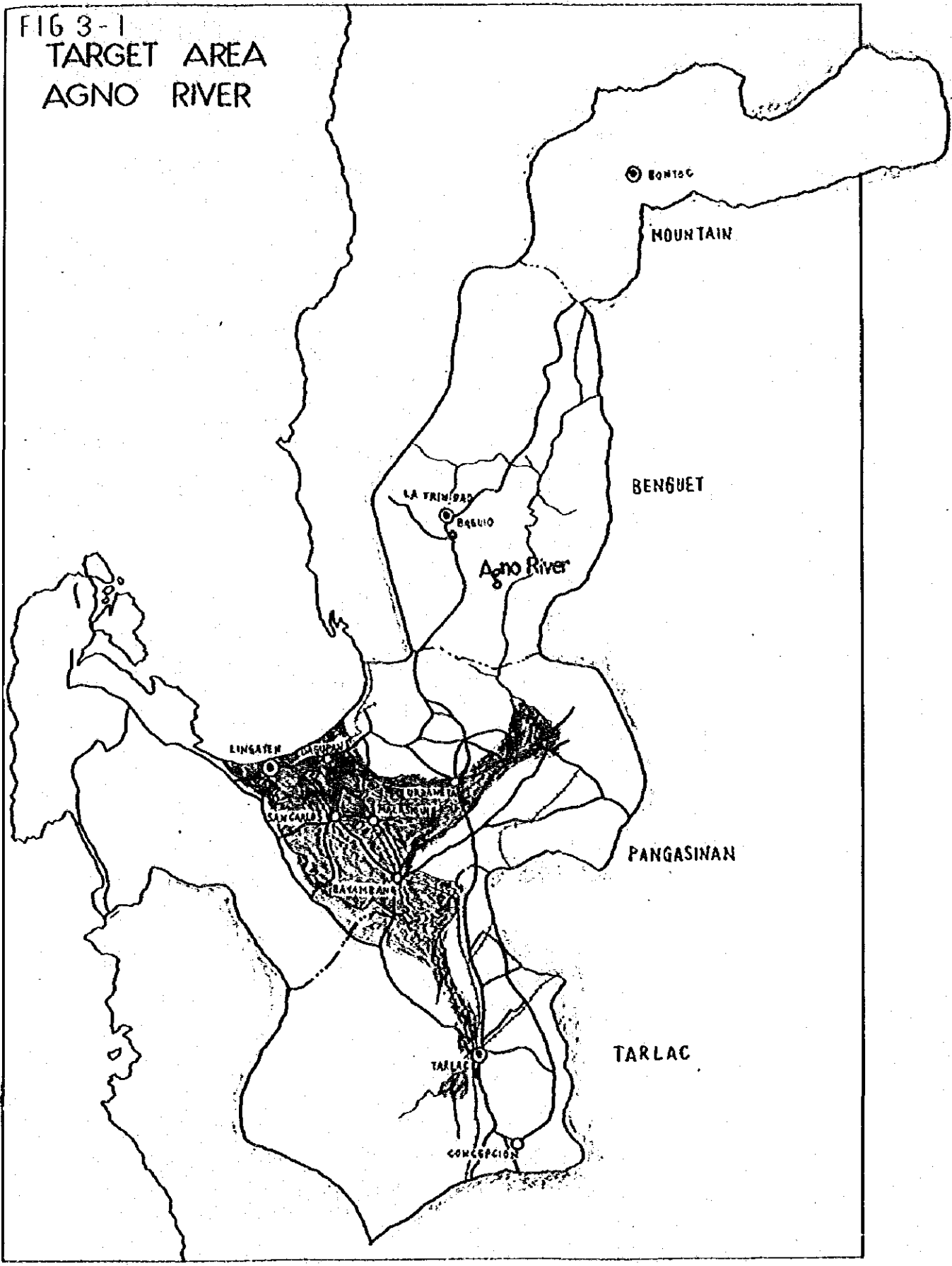
G. Rehabilitation of National and communal
Irrigation Systems and Installation of
Irrigation Pumps within the Calamity Areas.

6. Target Area

Agno River basinにおける対象地域としては人口密度の分布、土地利用、土地の生産性、それらの地域的な集中性等から来る投資に対する経済効果、ならびに流域の地形特性、気象、水文特性、洪水の来襲頻度および、現在までの観測結果に基づき、今後の洪水予報の確実性を考慮して今回の計画予定地域は、次の1～2地区を選定する。

1. 主要都市: Dagupan, Lingayen, Bugallon, Sta. Barbara, Bayambang, Rosales 等を包含する Pangasinan 平野 全域
2. 主要都市: Tarlac, Gerona, Panigui, Moncada 等を包含する Tarlac Province の中央部一帯。

FIG 3-1
TARGET AREA
AGNO RIVER



§2. The Bicol River

本川の流域は、Camarines Norte, Camarines Sur, Albay の3つの Province に包含され(たり)、行政面積にして 9,930 km² の地域である。

1. Population

流域の人口は、約 1,884 千人、人口密度は、約 189 人/km² とマニラ地区について高い地域である。

人口5千人の都市は、Legaspi, Albay, 811.1 千人
Naga, Camarines Sur 498 千人、Iriga, Camarines Sur
71.4 千人、Libmanan, Camarines Sur 62.8 千人、Ligao,
Albay 56.8 千人等、7都市である。

表3-7 Bicol River Basin: Summary of Population Statistics.

Province	Population 1970 census	Pop. increase (1960~70) (%)	Pop. density (per sq km)	Pop. Projection 1975	Pop. distribution Urban/Rural	Literacy rate 1970
Province Total/Ave	1,884,624	28.7	189.3	2,057,153	20.30 / 79.70	88.97
Camarines Norte	262,207	39.4	124.1	303,337	25.98 / 74.02	92.22
Camarines Sur	948,436	15.7	180.0	994,626	21.08 / 78.92	87.68
Albay	673,981	30.9	264.0	759,190	13.86 / 86.14	87.02

Source of basic data: Bureau of the Census and Statistics

表3-8 Cities and Towns with 50,000
or more inhabitants

Cities and Towns	Population 1970	Cities and Towns	Population 1970
Legaspi, Albay	811,090	Tobaco, Albay	60,572
Naga, Camarines Sur	79,846	Davaga-Loosin, Albay	58,335
Iriga, Camarines Sur	77,382	Ligao, Albay	56,765
Libmanan, Camarines Sur	62,762		

2. Industry

産業は、主として農業が盛んで、Bicol River を中心として palay, corn, vegetable, rootcrops 等が栽培されこの地方の穀倉地帯を形成しており、また、livestock poultry 等も盛んである。その他、丸太材、製材を中心とする林材業、Nagacity, calobang 等の漁港を中心とする沿岸漁業、漁業生産物（貝類、海藻、海綿 etc.）

Fishpond Production 等の漁業および、鉄、coconut oil の生産を中心とする鉱業、化学工業も盛んである。

表 3-9 Economic Information

Name of Province	Camarines Norte	Camarines Sur	Albay
Area (ha)	211,249	526,622	255,257
Income (FY1972-73)	₱ 1,644,805	₱ 11,441,372	₱ 5,140,204
Industry	Agriculture Logging & Forestry Fishing Mining	Agriculture Logging & Forestry Fishing Mining & Quarrying	Agriculture Logging & Forestry Fishing
Crops	Palay, corn abaca, Banana coconut	Palay, coconut abaca, banana livestock poultry	Palay, corn Vegetable rootcrops Cocumbis, abaca

Province	Total Number of establishments	manu- facturing	wholesale and retail trade, restau- rants and hotels	Transport storage and Communication	Community Social and Personal services	Other economic activities
Camarines Norte	3,807	431	2,820	106	372	78
Camarines Sur	13,425	1,494	9,727	1,150	202	252
Albay	10,533	1,623	6,972	1,028	706	184

3. Traffic

Bicol River Basin を構成している交通網は、主として鉄道、道路が中心となっている。道路としては、当地域と域外を結ぶ幹線道路、地域内の主要地点を結ぶ準幹線道路

住民の日常生活に寄与している生活道路からなっている。このうち最も重要と思われる道路は、当地域では国道1号線で、この道路は北方（主としてマニラ）と結ぶとともに、地域の中央部をほぼ Bicol Valley 沿いに南北に縦断し、主要都市間を連結し、地域道路としての役割も果たしている。1975年に観測された主要地点の交通量と、主要な幹線道路で見ると、少ない所で、200台/日～400台/日であり、

Albay Province の都市部（Legazpi, Ligao, Oas, Polangui 付近）では、2,000～3,300台/日を超える所もあり、Camrines Sur Province の都市部（Iriga, Pili, Naga, Nubua 付近）では 800～2,400台/日を記録している。また、道路以外では、鉄道が重要な交通手段となっている。これら、Life line である鉄道、国道は、いずれも、ほぼ Bicol-Valley に沿って走り、数ヶ所で主要な氾濫原と交差している。

表 3-10 Existing Highway Kilometerages
(As of June 30, 1972)

Name of Province	Camarines Norte			Camarines Sur		
	National	Provincial Municipal and City	Total	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth		14.58	14.58	10.00	622.27	632.27
Macadam	57.03	489.63	546.66	75.70	723.50	799.20
Low type bit	51.20	64.07	115.27	135.62	191.74	327.36
High type bit	20.27	79.78	100.05	71.63	21.91	93.54
Concrete	59.05	5.60	64.65	32.35	14.06	46.41
Misc and Comb	—	—	—	—	—	—
Total	187.55	653.66	841.21	325.30	1,523.48	1,898.71

Name of Province	Albay		
	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth	63.4	319.23	382.63
Macadam	111.69	395.06	506.75
Low type bit	102.60	110.79	213.39
High type bit	97.53	78.38	175.91
Concrete	20.31	1.98	22.29
Misc & Comb	13.37		13.37
Total	409.84	935.44	1,345.28

4. Damage

Bicol River Basin における過去の年間平均洪水被害額は、P 30 Million で、洪水被害面積は 580 km² に達している。過去10年間(1966~1975)における主な Typhoon Tropical Cyclone 等による洪水被害額は、次のとおりである。

表3-11 Flood Information

Year	Name	Date	Damages	Rainfall
1967	Welming	Nov. 1~5	P 18,000,000	Doet, Cam Norte 175.5 mm
1973	Luming	Oct. 2~9	P 3,200,000	Doet, Cam Norte 200.1 mm

注) 1975年12月及1976年12月の被害は集計されていない。

5 Basin Development Project

現在、ビコル地域の開発を進めるため、フィリピン政府は "Bicol River Basin Development Program" を設立しており、当地域における農業発展、そのための利水開発、flood-control等の計画を検討しており、開発のPotentialityは非常に高い。

Regional Projects

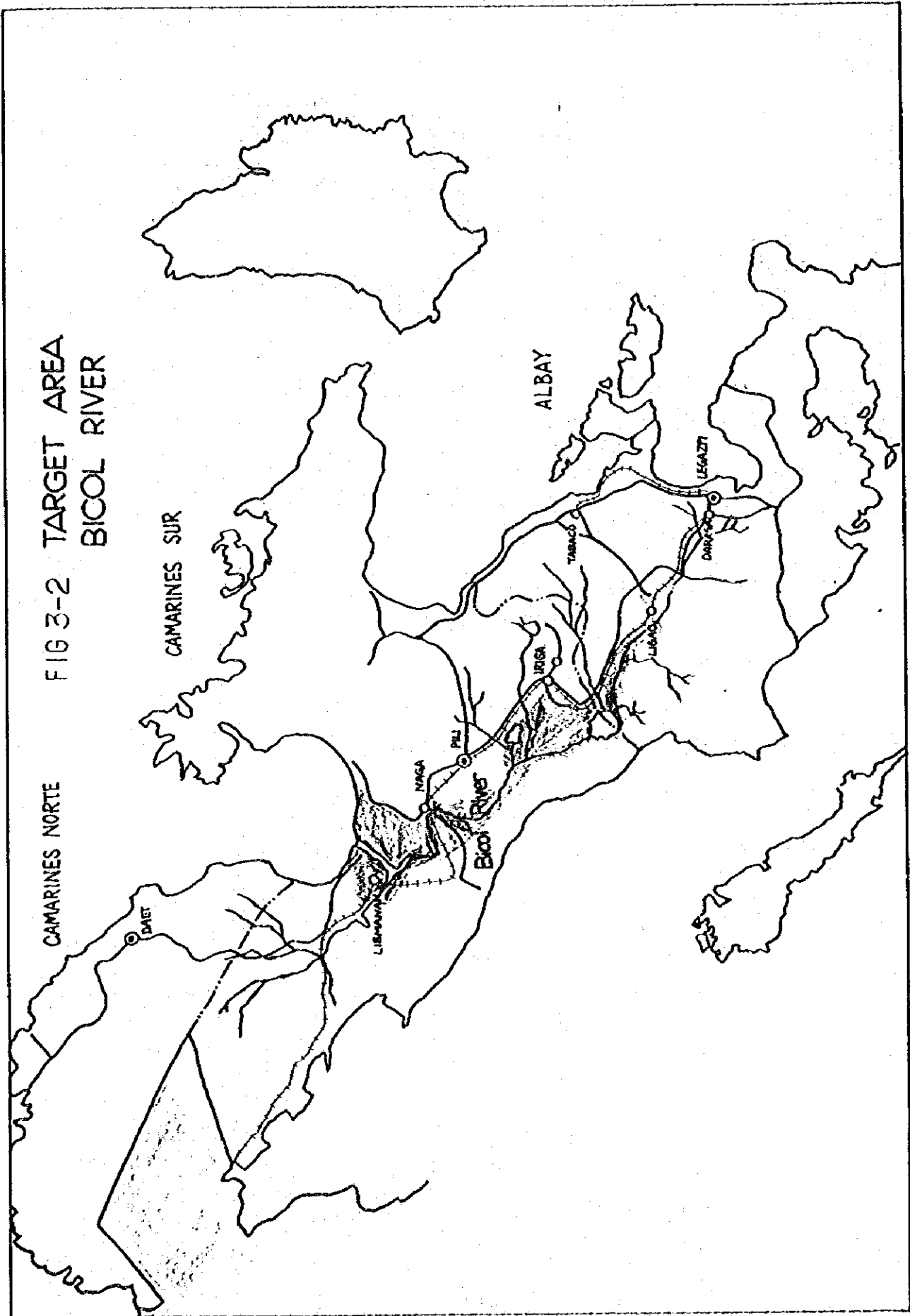
- A. Quirino Highway
- B. Legaspi Airport (Package of 5 Airport Projects)
- C. Port of Tabaco (Package of Four Airport Projects)
- D. Southern Luzon Electrification Project, Stages IV & V
- E. Tiwi Geothermal Pilot Plant (2-10 MW)

6 Target Area

Bicol River Basin における地域は、人口、土地利用
ないし、土地の生産性、これらの地域的な経済社会特性、
ならびに、流域の地形特性、気象、水文特性、洪水の来襲
頻度、および現在までの観測結果に基づく今後の洪水予警
報の確実性を考慮して、今回の計画予定地域は、次の二
地区を選定する。

1. Lake Baao から Lake Bato に至る流域の中央区域
2. Nagu 市周辺から河口に至る沖積平野

FIG 3-2 TARGET AREA
BICOL RIVER



§ 3. The Cagayan River

本川の流域は、Cagayan Isabela, Nueva Vizcaya, Benguet, Ifugao, Mountain, Kalinga Apayao の7つの Province に含まれており、行政面積にして約30,000 km²の地域である。

1. Population

流域の人口は、約2,037千人で、人口密度は約50人/km²と他の流域に比べて人口密度の低い地域である。

人口5万人以上の都市は、Ilagan, Isabela 62.1千人、Tuguegarao, Cagayan 52.9千人の2都市にすぎない。

表3-12 Cagayan River Basin: Summary Population Statistics

Province	Population 1970 census	Pop. increase (1960~70) (%)	Pop. density (per. sq. km)	Pop. Migration 1975	Pop. distribution		Literacy rate (%) 1970
					Urban	Rural	
Province Total/Ave	2,036,723	37.4	51.0	2,377,808	14.35	85.65	72.18
Cagayan	581,237	30.5	61.6	659,316	11.58	88.42	80.75
Kalinga Apayao	136,249	52.2	19.3	156,581	8.03	91.92	70.47
Isabela	648,123	46.6	60.8	768,727	13.39	86.61	81.91
Nueva Vizcaya	221,965	60.7	31.9	274,868	23.19	76.81	80.14
Ifugao	92,487	20.4	36.7	103,398	5.79	94.21	50.62
Mountain	93,112	8.4	44.4	105,259	3.59	96.41	61.55
Benguet	263,550	43.5	99.3	309,656	31.84	68.16	79.87

Source of basic data: Bureau of the Census and Statistics

表3-13 Cities and Towns With 50,000 or more

Cities and Towns	Population 1970
Ilagan, Isabela	62,118
Tuguegarao, Cagayan	52,956

2. Industry

産業は、主として農業であるが、耕地の大半は、未開であり、耕地のごく限られた部分が耕作され、主に、palay, corn, native tobacco, fruits 等が生産されている。その他、木材を中心とする林業が盛んであり、特に、丸太の生産は、Luzonでは第2の生産高となっている。また、沿岸漁業と、Fish pond production が行われている。

表3-14 Economic Information

Name of Province	Cagayan	Ifugao	Isabela	Nueva Vizcaya
Area (ha)	900,267	251,673	1,066,456	696,107
Income (FY 1972-1973)	P 8,058,248	P 971,600	P 9,122,962	P 1,395,627
Industry	Agriculture Logging & Forestry	Agriculture Fishing Mining	Agriculture Logging & Forestry Fishing	Agriculture Logging & Forestry
Crops	Palay, corn legumes rootcrops vegetables Fruits tobacco etc. Sugar cone Caraboos Rags	Root crops Corn Vegetable Fruits Coconuts Sugar cone	Palay, Corn tobacco Fruits Mango Peanuts tomatoes Vegetables Coconuts Sugar cone	Palay Mango Pomelo Jackfruit Vegetable Potatoes Maguay

表3-15 Number of establishments in Cagayan river basin by major industry division

Province	Total Number of establishments	manu- facturing	wholesale and retail trade restau- rant & hotels	Transport storage & Communi- cation	Community social and personal services	Other economic activities
Cagayan	4,133	1,549	4,519	2,457	460	148
Ifugao	-	-	-	-	-	-
Isabela	5,578	748	3,583	583	556	108
Nueva Vizcaya	3,110	307	1,820	607	259	117

3 Traffic

Cagayan River Basin を構成する交通網は、道路が中心となっている。道路としては、当地域と域外を結ぶ幹線道路、地域間の主要地点を結ぶ準幹線道路、および村落間あるいは、村落と地方中心地とを結ぶ住民の日常生活に寄与している生活道路に分けられる。のうち最も重要な

この道路は、南方（主としてマニラ）と当地域を結ぶとともに、地域の中央部を南北に縦断し、主要都市間を連結し、地域間道路としての役割も果たしている。

Life line である日比友好道路は、ほぼ Cagayan Valley に沿って走っており、数ヶ所が主要な氾濫原と交差している。

表3-16 Existing Highway Kilomeberages
(As of June 30, 1972) (I)

Name of Province	Cagayan			Ifugao		
	National	Provincial Municipal and city	Total	National	Provincial Municipal and city	Total
Earth	6.00	240.46	246.46	99.82	138.01	237.83
Macadam	355.18	658.23	1,013.41	163.42	84.78	248.20
Low type bit	11.31	51.36	62.67	18.72	1.80	20.52
High type bit	19.16	45.75	64.91	-	-	-
Concrete	63.40	0.08	63.48	0.91	-	0.91
Misc & Comb	-	-	-	-	-	-
Total	485.05	995.88	1,480.93	282.93	224.59	507.52

表3-17 Existing Highway Kilometerages
(As of June 30, 1972) (II)

Name of Province	Isabela			Nueva Vizcaya		
	National	Provincial Municipal and city	Total	National	Provincial Municipal and city	Total
Earth		546.30	546.30	141.20	95.96	237.16
Macadam	189.92	1,191.22	1,381.14	176.71	208.54	385.25
Low type bit	26.88	17.56	44.44	20.63	7.75	28.38
High type bit	31.66	21.37	53.03	7.78	0.60	8.38
Concrete	44.63	—	44.63	46.53	0.20	46.73
Mise & Comb		—	—	70.36	—	70.36
Total	293.09	1,776.45	2,069.54	463.21	313.05	776.26

4. Damage

Cagayan River Basin における過去の年間平均洪水被害額は ₱ 27 Million だ。洪水被害面積は、570 km² に達している。過去10年間 (1966~1975) における主要な Typhoon, Tropical cyclon 等による洪水被害額は、次のとおりである。

表3-18 Flood Information

Year	Name	Date	Damages	Rainfall
1966	Kalaring	May 11~22	₱ 1,400,000	Ruas City 310.7 mm
1967	Trining	Oct. 14~18	₱ 10,000,000	Aparri 273.1 mm
1968	Huaring	Aug. 17~20	₱ 200,000	Tuguegarao 178.7 mm
1968	Ntang	Sept. 24~29	₱ 150,000	Aparri 211.3 mm
1969	Elang	July 24~27	₱ 350,000	Cagayan 222.5 mm
1970	Pitang	Sept. 8~12	₱ 8,700,000	Tuguegarao 22.2 mm
1973	Luming	Oct. 2~9	₱ 1,200,000	Tuguegarao 199.3 mm

5. Basin Development Project

流域開発の Potintiality は高く、フィリピン政府としても
力を入れており、一部では、現に開発が数々進められている。

Regional Projects

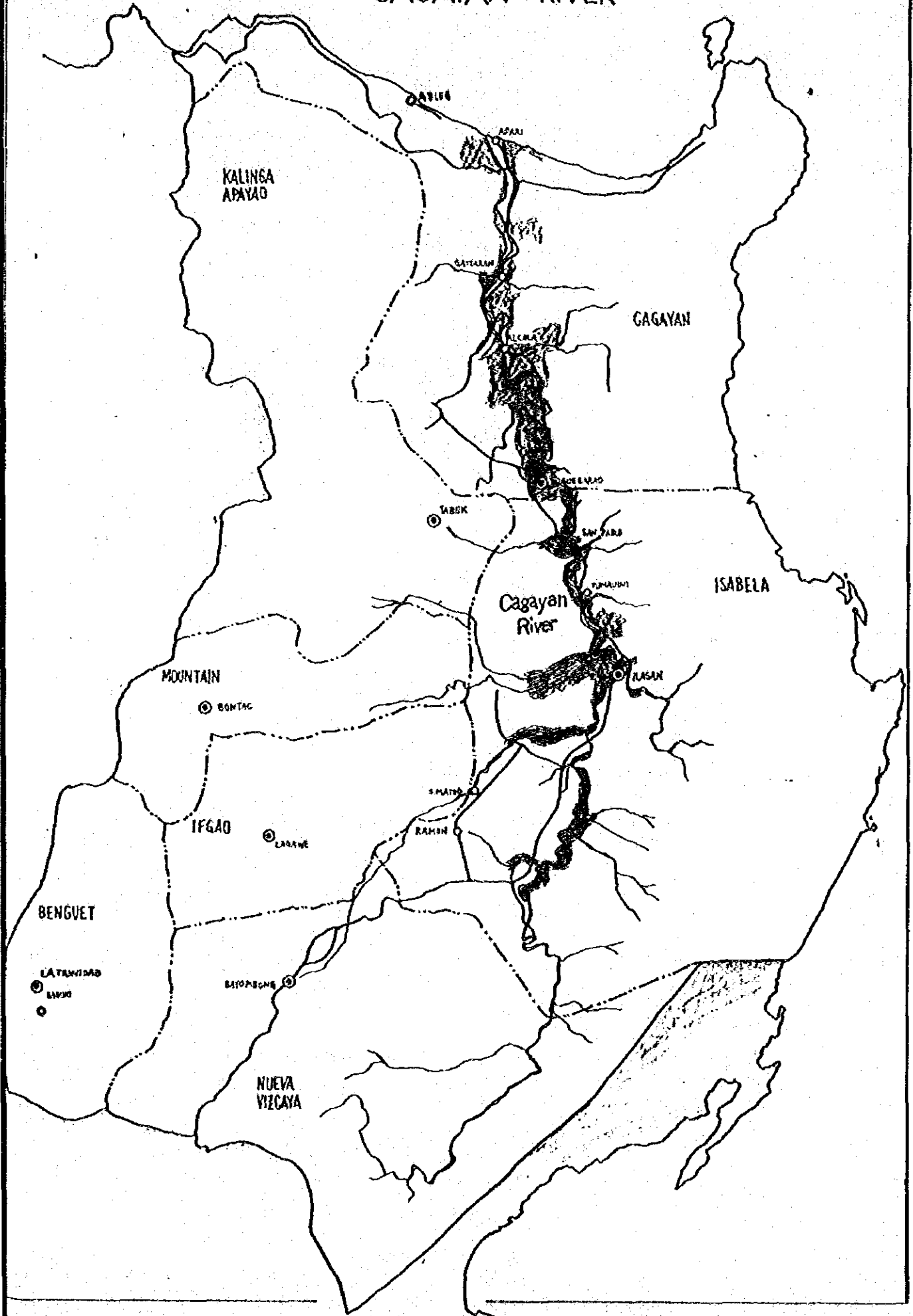
- A. Magat River Multi-Purpose Project
(Irrigation Phase)
- B. Cagayan Valley Electrification Project
- C. Matino River Project
- D. Magat River Project (Power Phase)

6. Target Area

Cagayan River Basin における対象地域は人口、家屋の分布、土地利用、ないし、土地の生産性、ならびに流域の地形特性、気象、水分特性、洪水の来襲頻度等を考慮して今回の計画地域は、次の1~3地区を決定する。

1. Tuguegarao 市から Appari に至る河川沿い下流部
2. Gattaran から Aparri の河道周辺の沖積地
3. Ilagan から Tumauini の河道周辺の低平地

FIG 3-3 TARGET AREA
CAGAYAN RIVER



IV. FLOOD FORECASTING PROCEDURE

§ 1. The Agno River

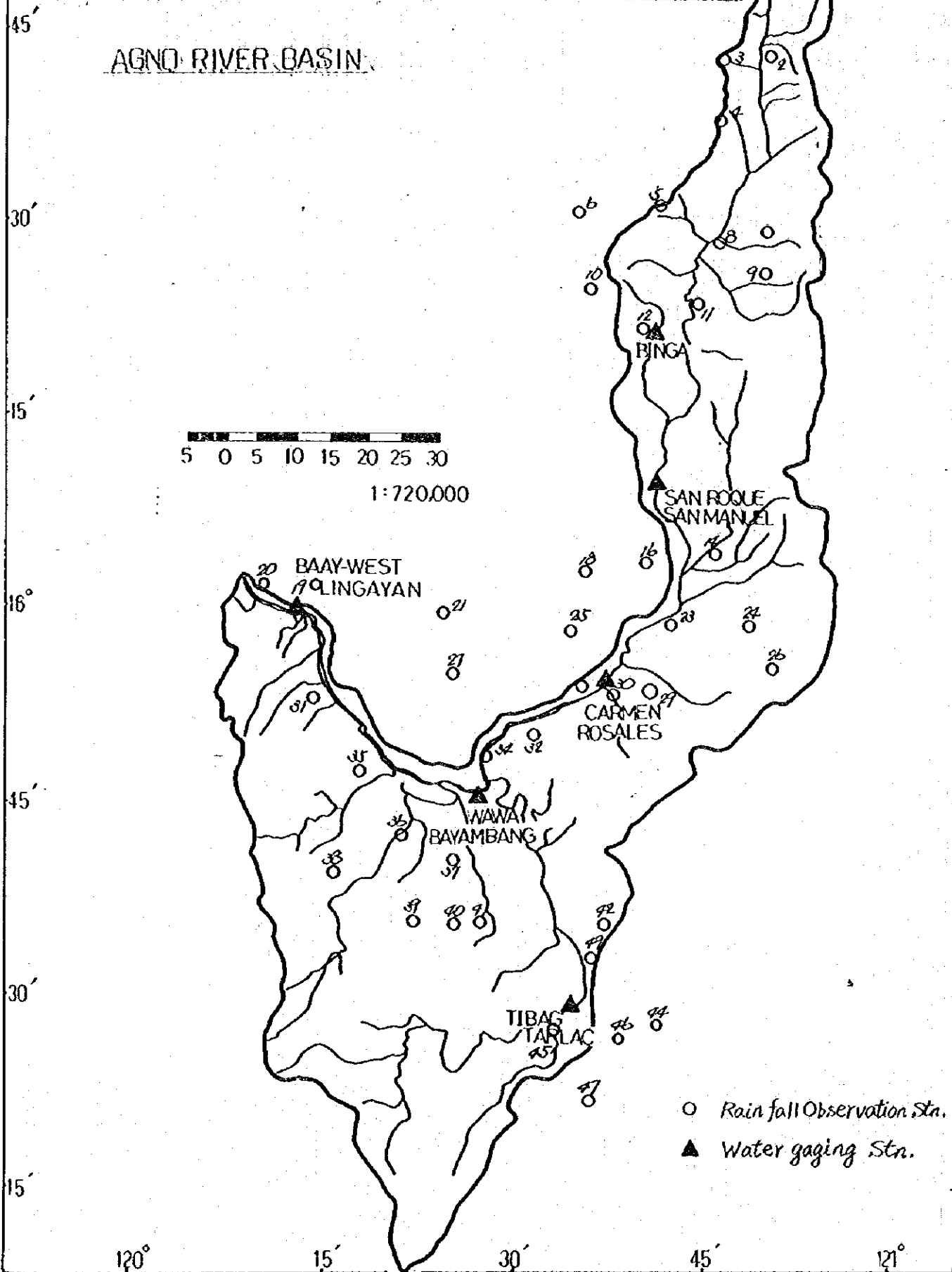
1. Hydrograph and Hyetograph Characteristics.

1) 既設水位流量雨量観測所

Agno川流域における、水位、雨量観測地点は、Fig-4-1
に示すように、流域全体に配置されている。

各々の観測所の位置、並びに収集された資料は、
別冊 に示すとおりである。

Fig4-1 LOCATION MAP OF RAINFALL OBSERVATION STN.



2) 降雨資料

Agnon川流域内の主要地点における、最近10年
(1967~1976)の洪水をきたらしたと思われる降雨資料を

TABLE - 5.21に示す。

選出した降雨は、次のとおりである。

Oct., 1967

Aug., 1968

Sep., 1968

Oct., 1968

Aug., 1969

July., 1969

Sept., 1970

July., 1972

Aug., 1972

Oct., 1973

Oct., 1974

Nov., 1974

Sept., 1975

May., 1976

June., 1976

3) 水位資料

降雨資料の検討結果より Agno 川における主要洪水を選出する。

なお、Agno 川の水位観測所として次の地点を選出した。

Binga Dam

San Roque, San Manuel

Carmen, Rosales

Tibag, Tarlac

Wawa, Bayanbang

Bazy-west, Lingayan

さらに、Agno 川右岸は、Agno 川の改修にともなう内水地帯となり、主要都市である Dagupan の洪水防除のため、Poblacion, Sta. Barbara 地点についても選出した。水位表を、別冊に示す。

4) 水位～雨量図

降雨および水位の結果を、図-5.2 に示す。

2. Travelling Time

洪水の平均流速から洪水の移動速度を算定して、河道区間の洪水到達時間を推定すると下表になる。

表4-3 洪水到達時間

河道区間	距離 Km	勾配	洪水移動速度 m/s	洪水到達時間 hr
Binga Dam ~ San Roque	50	$\frac{1}{100}$	5.0	3
San Roque ~ Carmen	50	$\frac{1}{600}$	3.0	5
Carmen ~ Wawa	45	$\frac{1}{3,500}$	1.5	8
Tibac ~ Wawa	50	$\frac{1}{1,500}$	1.3	11
Wawa ~ Buy-West Lingayen	70	$\frac{1}{20,000}$	1.0	19

3. Tributaries to be Forecast

3-1. 流域分割

Agno 川流域における人口、家屋分布、土地利用
ないし、土地の生産性、それらの地域的な集中性を
勘案して、7ブロックを定むなければならない。

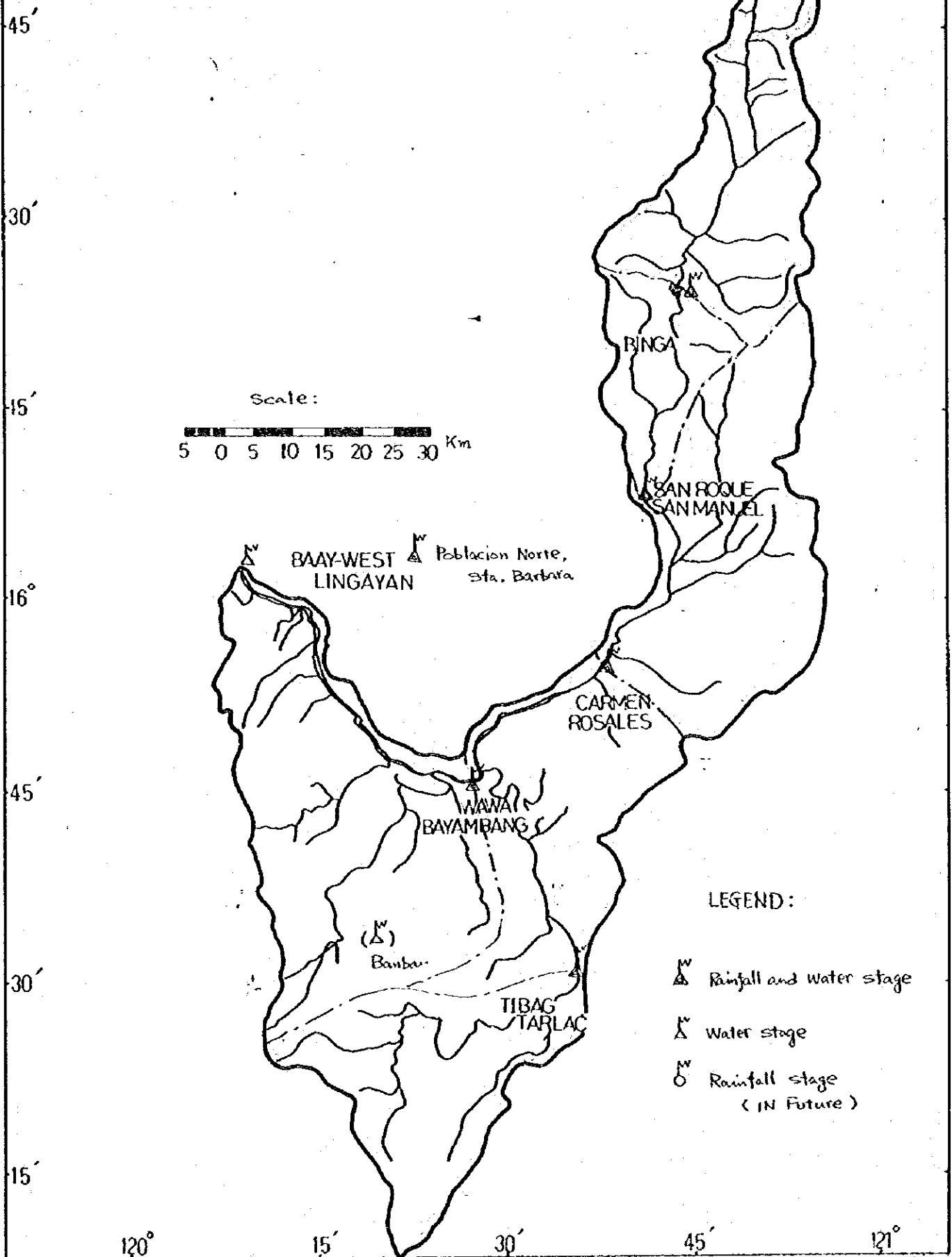
流域の地形特性、気象水分特性、洪水の発生頻度
および、現在までの水文観測結果にもとずく今後の
洪水予報の確実性等を考慮して、計画の予報地域を
次の47ブロックとした。

- San Roque 下流の Agno 川左岸地域
- Tibag 下流 Tarlac 川の地域
- Wawa 下流 Lingayan 地域
- Dugupan 地域

上記の地域に対し、予報する地点は次のとおりで
ある。

- San Roque, San Manuel
- Carmen, Rosales
- Tibag, Tarlac
- Wawa, Bayambang
- Poblacion Norte, Sta. Barbara

Fig4-2 TELEMETERING STATION THE AGNO RIVER BASIN



4. Telemetering station

洪水予報をおこなうために情報を収集する地点は、次表に示す地点である。

なお、dischargeのテレメータは、平常時の流量観測、あるいは、洪水時の観測をおこなって、 $H \sim Q$ 曲線図を作成し、入力された水位から流量に変換する。

Table - 4.4 Agno River Basin List of Rain Gauging Stations.

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
1	Binga Dam	Dam 下流: 中流附近 ①	Agno R.	新設 ③
2.	San Roque, San Manuel	Agno Irrigation System Intake Right A bit north	Agno R.	新設
3.	Carron, Rosales	Flood Control System Office	Agno R.	
4.	Wawa, Bayambang		Agno R.	
5.	Tibag, Tarlac	Agno Br. 右岸 ②	Tarlac R.	
6.	Poblacion Norte, Sta. Barbara		Sinocolan R. (Dagupan R.)	
(7)	Bamban		Tarlac R.	in Future

Table 4-5 Agno River Basin List of ^{the basic} water level Gauging Stations.

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
1.	Bing Dam		Agno R.	① 新設
2.	San Roque. San Manuel		Agno R.	② 移設
3.	Carmen, Rosales		Agno R.	
4.	Wawa, Bayambang		Agno R.	③ 旧儀は流矢
8.	Bay - West Lingayen		Agno R.	tide
5.	Tibag, Tarlac		Tarlac R.	
6.	Poblacion Norte Sta. Barbara		Dagupan R.	

Table 4-6 River Basin List of The Discharge Gauging Station

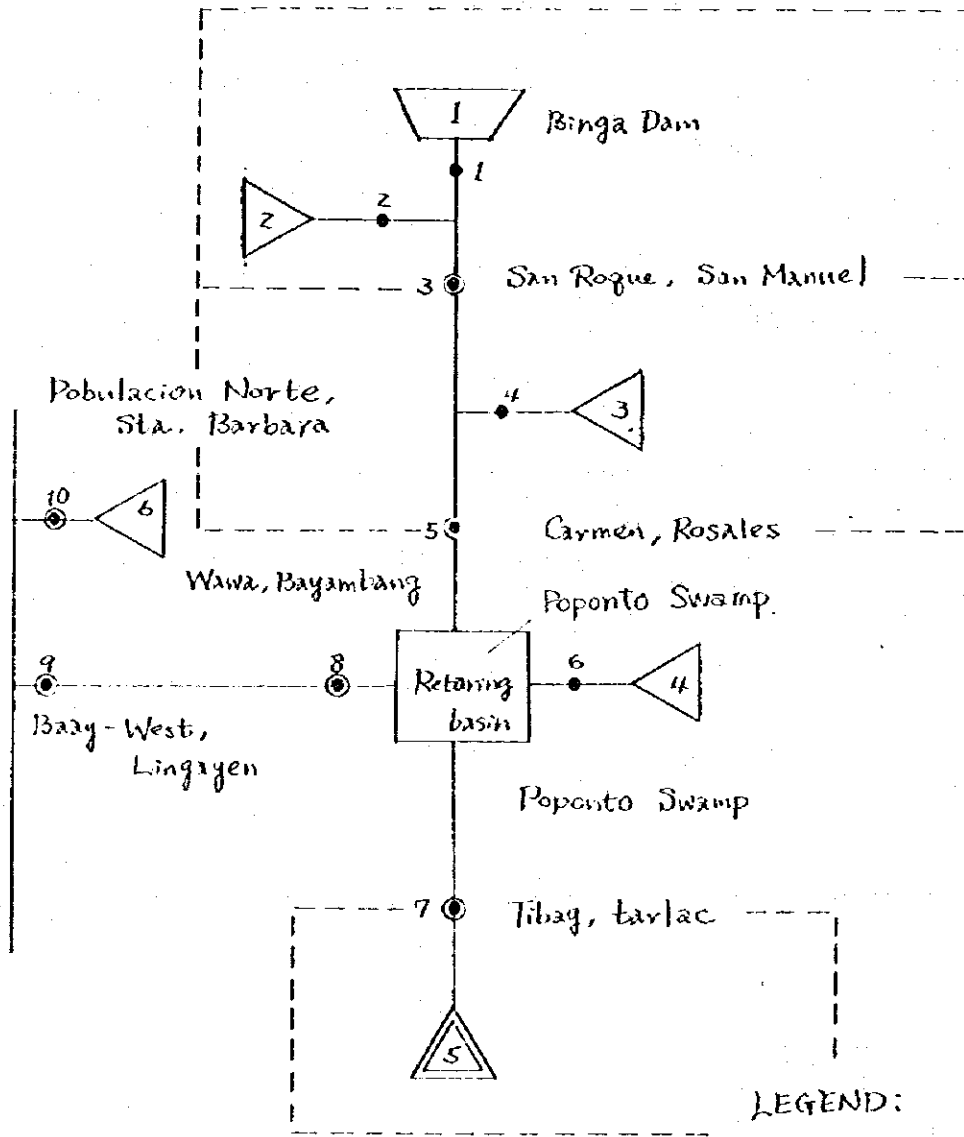
No.	Stations	Location of Station	River Basin	Remarks
2.	San Roque, San Manuel		Agno R.	
3.	Carmen, Rosales		Agno R.	
4.	Wawa, Bayambang		Agno R.	
5.	Tibag, Tarlac		Tarlac R.	

5. Run-Off and Flood Routing Model

Tributaries to be Forecast の結果をもとに、
Ago 川の Run-Off and Flood Routing Model
を作成すると、Fig 4-3 に示すとおりである。

Fig 4-3 FLOOD FORECASTING MODEL

The Agno River Basin



- LEGEND:
- ⊙ Flood forecasting PNT.
 - CAL. PNT.
 - ▷ Rain run-off
 - ▷ Tank Model routing
 - Retarding Run-off

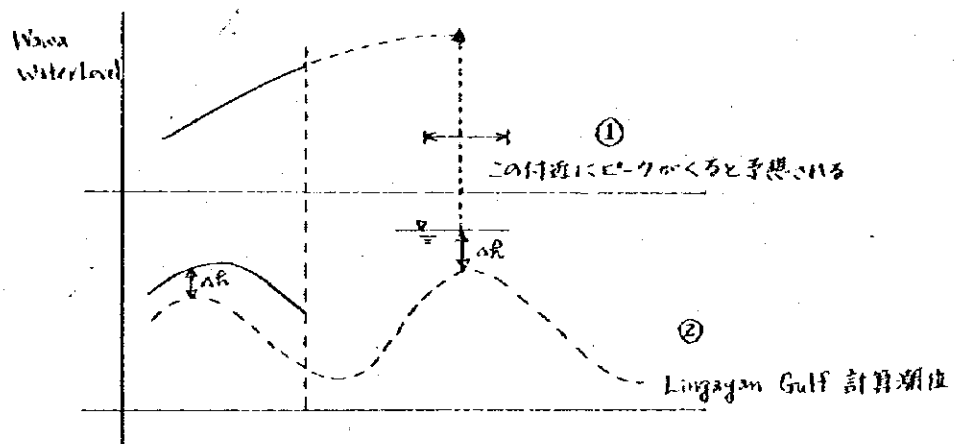
6. Storm Surge Model

6-1. Baay-West, Lingayen point

Baay-west Lingayen の予測は、出水時におけるものと、高潮予測の手法から検討される。

1) 出水時

Baay-West Lingayen water level は、河川水の影響を受けるので、Lingayen Gulf の計算潮位と、かなりの差が生じよう。従って、実測水位との差により、補正する。



(2) 高潮時

Lingayen Gulf における高潮の計算式を、

$$\Delta R = a(1013 - P) + b \cdot V^2$$

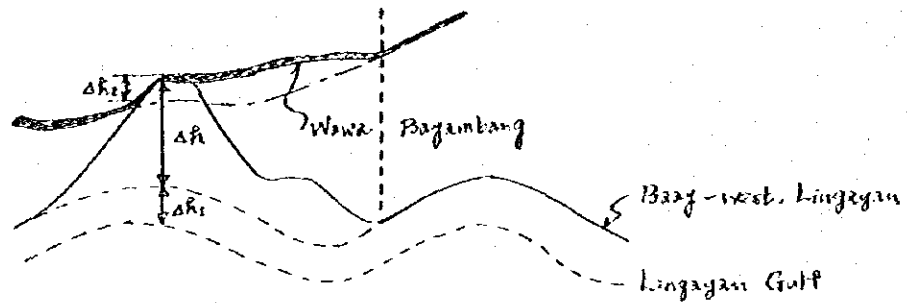
P: 気圧 (mb)

V: 風速 (1/5)

a) 台風進路, 風速, 最低気圧の予測

既往資料より予測

b) 最大偏差の予測

 Δh_2 : 出水により高くなる水位 Δh : 偏差 Δh_1 : Baay-West と Wawa との水位差 Δh_2 : (Wawa W.L.) - (Baay-West W.L.)

但し、 Δh_2 が - となる場合には、逆流現象となっているので、Wawa-Bayambang の水位予測には、 Δh_2 を加味して検討する。

但し、最大風速、最低気圧は、Dagupan 測候所、あるいは、F.F.C. が近くの観測所から入手した値を利用する。

7. Flood Forecasting Method

7-1. San Roque, San Manuel Point

1) 流域平均雨量 (日雨量)

Binga Dam rainfall (R_1) と San Roque, San Manuel rainfall (R_2) の算術平均法とする。

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2} \text{ (mm)}$$

2) Spill of Binga Dam (日平均放流量)

Binga Dam 放流量を流出高に換算する。

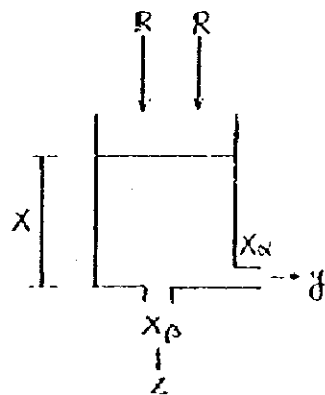
$$R = Q \times 86.4 \times / A_1 \text{ (mm)}$$

ここに、 Q : 放流量 (m^3/s)

A_1 : Binga Dam drainage area (km^2)

935 km^2

3) Tank Model method



Tank Model method の説明として、左図のような一般のモデルを考えると、雨量 $(R+R)_n$ 、貯留高 X_n 、流出高 Y_n 、浸透高 Z_n とすれば貯留高 X_n の α 倍が、流出高 Y_n 、 β 倍が浸透高 Z_n である。

$$\text{流出高 } Y_n = \alpha \cdot X_n$$

$$\text{浸透高 } Z_n = \beta \cdot X_n$$

$$\text{流出量 } Q_n = Y_n \times A_2 / 86.4$$

A_2 : San Roque, San Manuel

drainage area (km^2)

1,225 km^2

貯留高 X_n から流出高 Y_n 、浸透高 Z_n を差し引いた残りが、残高 X_{n+1} になる。

$$X_n' = X_n - Y_n - Z_n$$

この残高 X_n' に、時点 $(n+1)$ における雨量 $(R+IR)_{n+1}$ が加わって、時点 $(n+1)$ における貯留高 X_{n+1} になる。

$$X_{n+1} = X_n' + (R+IR)_{n+1}$$

なお、Tank Model method においては、channel 内の flow による Travelling time が、入っているのだから計算された流出高（計算時点）を、後ろにずらして、予報を実施する。Travelling time は、実測結果より推定する。

4) 定数解析および実測値との整合

定数解析は、実測結果より、 α, β を決定する。但し、予測中における実測値との整合は、残流域 R に対して、修正係数 F を定め、次式より、 F を乗じたものを Input する。

$$F = \frac{\text{計算流量}(Q_1) - \text{実測流量}(Q_2)}{\text{実測流量}(Q_2)}$$

7-2 Carmen, Rosales Point

1) 流域平均雨量 (日雨量)

San Roque, San Manuel (R_1) と Carmen, Rosales (R_2) の rainfall を算術平均する。

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2} \text{ (mm)}$$

2) San Roque, San Manuel (流出高 Y .)

3) Tank Model method

計算方法は San Roque, San Manuel と同様である。

る。

$$Q_n = Y_n \times A_3 / 86.4$$

A_3 : Carmen Rosales, San Manuel
の drainage area (km^2)
2209 km^2

4) 定数解析および実数値との整合

San Roque, San Manuel と同様

7-3 Tibag, Tarlac Point

1) 流域平均雨量 (日雨量)

Tibag Tarlac (R₁) の rainfall を代表させる。
 但し、将来 Bamban の観測所が建設された場合は、
 その算術平均とする。

2) Tank Model method

San Roque, San Manuel と同様である。

$$Q_n = Y_n \times A_4 / 86.4$$

A₄: Tibag, Tarlac point の drainage Area (km²)
 872 km²

3) 定数解析および、実測値との整合

San Roque, San Manuel と同様

7-4 Wawa, Bayambang Point

1) 流域平均雨量 (日雨量)

Tibag, Tarlac rainfall (R₁) と Carmen Rosales rainfall (R₂), および Wawa, Bayambang rainfall (R₃) の算術平均とする。

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \quad (\text{mm/day})$$

2) 残流域流出量 (Q_z)

$$Q_z = R \times A_u / 86.4 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

A_u: Residual drainage area (km²)

$$4,196 - 872 - 2,209 = 1,115 \text{ km}^2$$

3) 流入量 (Q)

Q_T: Tibag, Tarlac outflow (m³/s)

Q_C: Carmen, Rosales outflow (m³/s)

Q_z: Residual drainage area outflow (m³/s)

4) 洪水調節計算 (flood retarding)

一般に

I_n: 時刻 n における流入量 (m³/s)

O_n: " " 流出量 (m³/s)

V_n: " " 総貯留量 (m³)

Δt: 時刻 n と時刻 n+1 との時間差 (sec)

$$(\text{平均流入量}) \Delta t = (\text{平均流出量}) \times \Delta t + (\Delta t \text{ の前後の貯留量差})$$

であるから、Δt 間の I, O の変化が直線的であると仮定し、たとえたと誤差が小さい程度に Δt を短くすれば、

$$\left(\frac{I_n + I_{n+1}}{2} \right) \cdot \Delta t = \left(\frac{O_n + O_{n+1}}{2} \right) \Delta t + (V_{n+1} - V_n)$$

ここで、 I_n, I_{n+1} は、既知であるから

$$\frac{I_n + I_{n+1}}{2} = I_{(n+1)}$$

$$\begin{aligned} I_{(n+1)} \Delta t - O_n \Delta t + \left(V_n + \frac{O_n}{2} \cdot \Delta t \right) \\ = \left(V_{n+1} + \frac{O_{n+1}}{2} \cdot \Delta t \right) \end{aligned}$$

となり、

$$\phi = V + \frac{O}{2} \Delta t \quad \psi = O \Delta t \text{ として計算する。}$$

ここで、 O_n の値は、

$$O = C \times \sqrt{2g \Delta h} \times B \text{ で計算し、}$$

Δh : 水位差 (m)

B : 河川巾 (m)

C : 流量係数

水位に換算する場合は、計算流量 (O) と、実測水位 (H)

より、

$O = AH^2 + BH + C$ なるモデル式により、最小自乗法を算出しておく。

7-5 Poblacion Norte Sta. Barbara point

1) 流域平均雨量

Poblacion Norte, Sta. Barbara rainfall (R) を代表させる。

2) 流入量

$$Q = R \times A_s / 86.4 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

A_s : Dagupan River drainage Area (km²)
180 km²

3) flood Reterding

Wawa - Bayambang の方法と同様とする。

但し、放流量 (Q) は、次式より推定する。

$$Q = C \cdot \sqrt{2g} (H_1 - H_2) \quad H_1 = H_{1,n-1} + \Delta R$$

$$\Delta R = Q/A \times 10^6$$

H_1 : Inundated area W.L. A : Dagupan River inundated area (km²)

H_2 : Lingayon Gulf の計算潮位

しかし、下流潮位の影響が無視でき、かつ discharge 観測が可能な場合には、Tank Model method を採用する必要があるかもしれない。

7-6 Flood Forecasting Methodの検証.

(1) タンクモデル解析

現在検討中のタンクモデル法の定数は、下記の通りである。

この定数による検証計算結果を次図に示す。

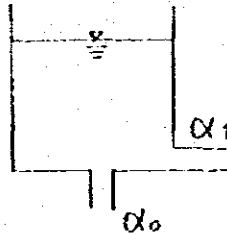
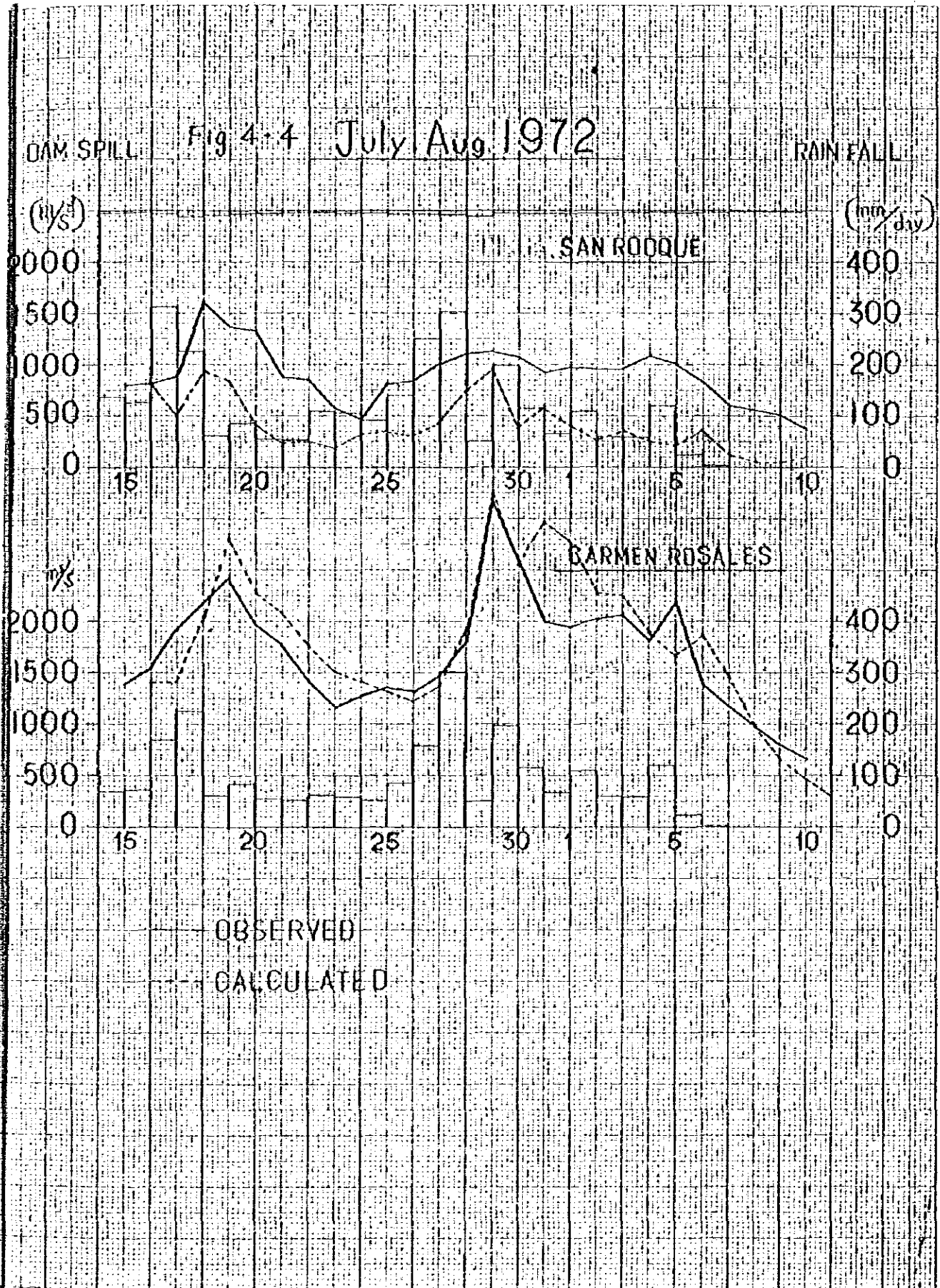
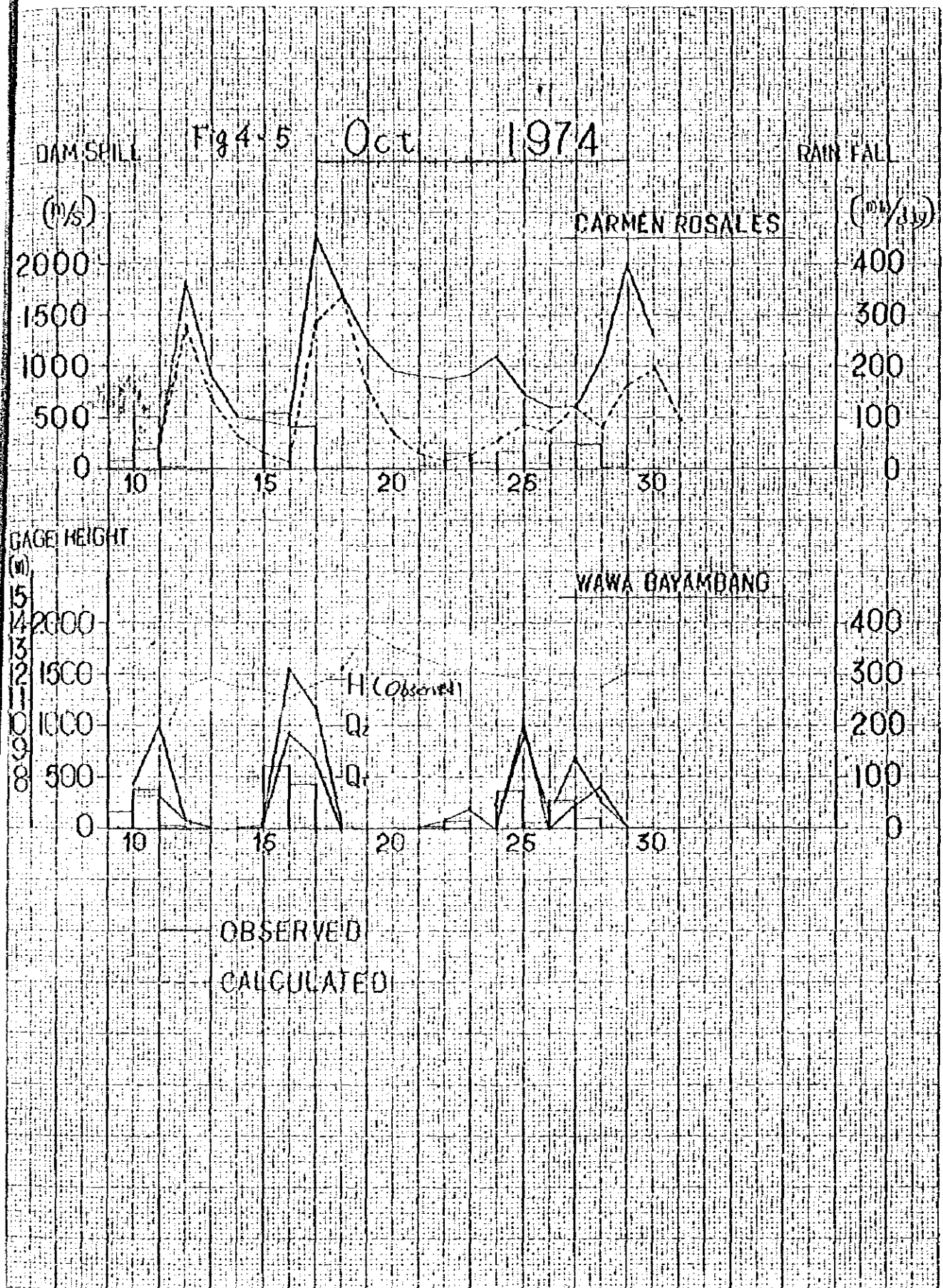


表4-7 予報地点のタンクモデル定数

予報地点	α_0	α_1	摘要
San Roque San Manuel	0.0	0.75	
Carmen, Rosales	0.075	0.25	
Tibay, Tarlac			
Poblacion Norte Sta. Barbara			





§ 2. The Bicol River

1. Hydrograph and Hyetograph characteristics

1) 既設水位・流量・雨量観測所

Bicol River における既設の水位、流量、雨量観測所は、次図、次表のとおりである。

2) Rainfall

Bicol 川の主要雨量観測地点の雨量資料は、次のとおりである。

3) 水位記録

Bicol 川の主要地点（計画予報地点も含む）の水位記録は別冊に示す。

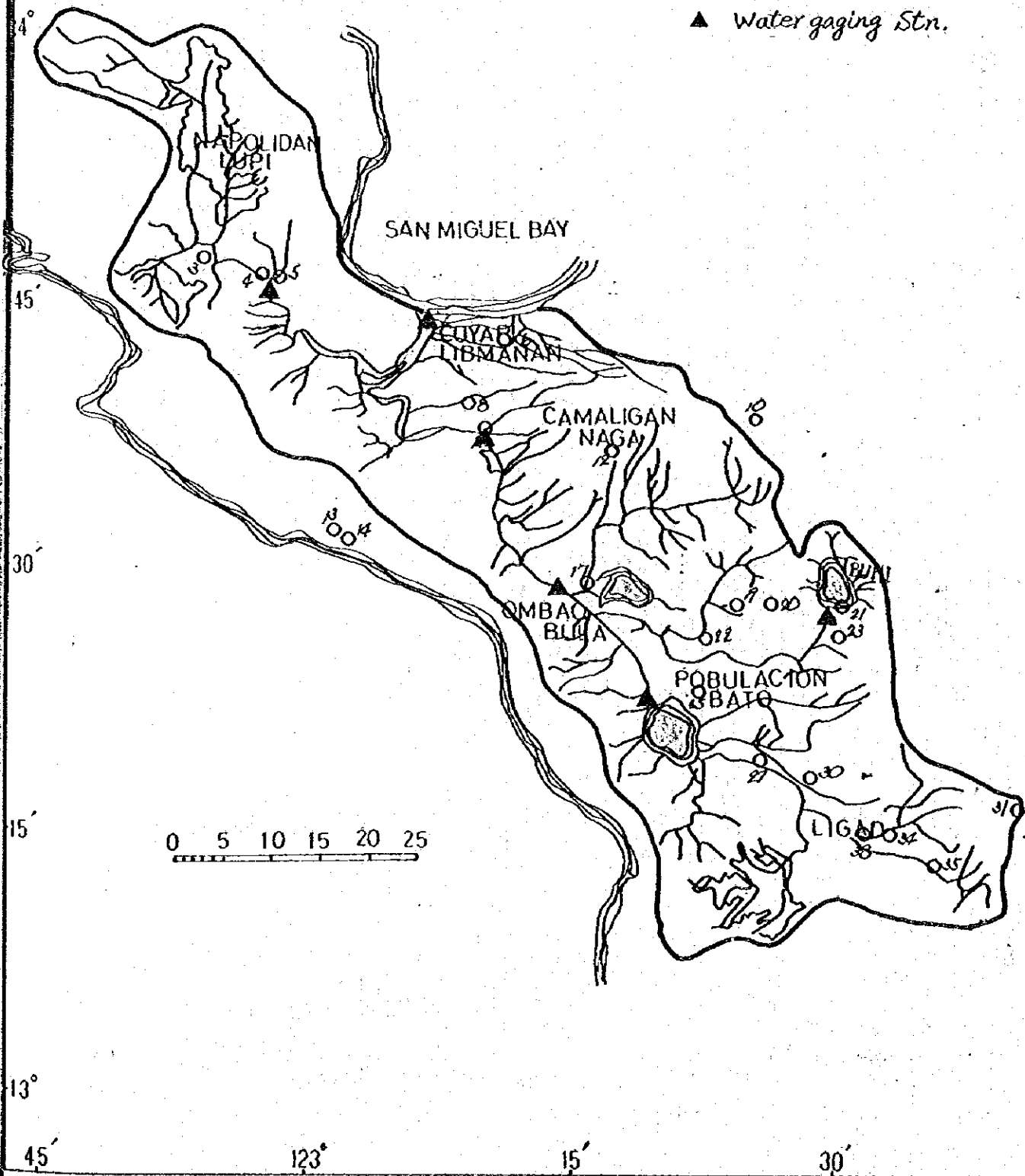
4) 水位、雨量曲線図

水位記録、降雨記録より、主要洪水の水位雨量曲線を次図に示す。

Fig 4-6 LOCATION MAP OF RAINFALL OBSERVATION STN.

BICOL RIVER BASIN

- Rainfall Observation Stn.
- ▲ Water gaging Stn.



2. Travelling Time

流水の平均流速から洪水の移動速度を算定し、河道区間の洪水到達時間を推定した。下表に示す。

表4-10 洪水到達時間

河道区間	距離 Km	勾配	洪水移動速度 m/s	洪水到達時間 hrs
Poblacion Bato ~ Ombao Bula	17	$\frac{1}{18000}$	0.4	12
Ombao Bula ~ Mabulo	20	$\frac{1}{7000}$	0.6	9
Mabulo ~ Cuyari	30	$\frac{1}{32000}$	0.3	28
Sipocot ~ Cuyari	28	$\frac{1}{8000}$	0.6	13

3. Tributaries to be Forecast

3-1 流域分割

Bicol 川の Target area を考慮して、Fig 4-7 に示す流域分割をおこなった。

これより、予報地点は次のとおりである。

Pobulacion Bato

Ombao Bula

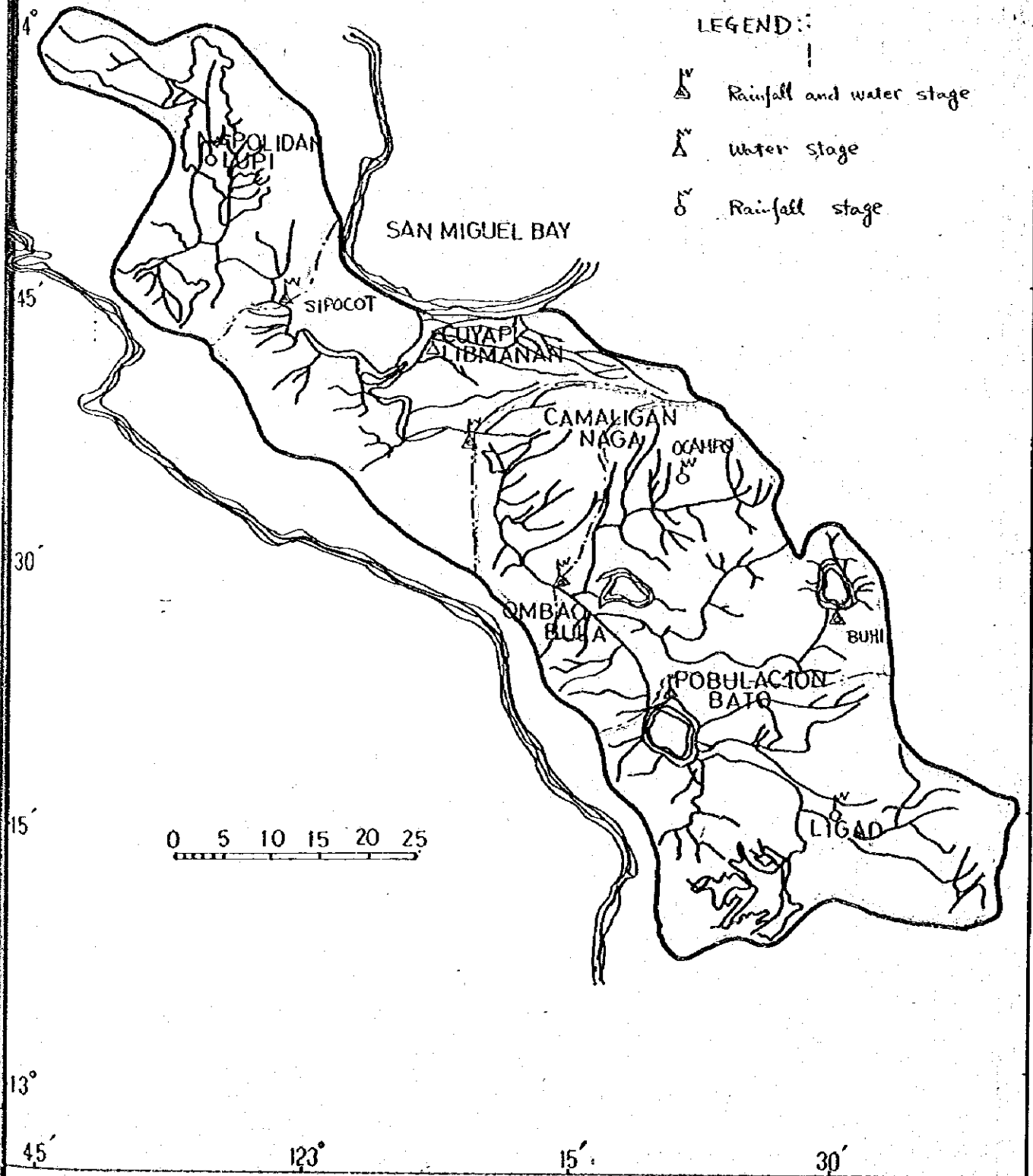
Camaligan Naga

Sipocot

なお、San Miguel Bay の高潮予報には、

Cuyapi, Libmanan において Tide の観測がおこなわれる。

Fig 4-7 TELEMETERING STATION THE BIGOL RIVER BASIN



4. Telemetering Station

Bicol 川の洪水予報のための Telemetering Station は、
次表のとおりである。

Table 4-11 Bicol River Basin List of Rain Gauging Station

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks.
1.	Ligao		Bicol R.	新設
2.	Poblacion, Bato		Bicol R.	"
3.	Buki		Bicol R.	"
4.	Ombao, Bula		Bicol R.	"
5.	Ocampo		Bicol R.	"
6.	Camaligan, Naga		Bicol R.	"
7.	Cuyapi, Libmanan		Bicol R.	"
8.	Sipocot		Sipocot R.	
9.	Napolidan, Lupi		Sipocot R.	

Table 4-12 Bicol River Basin List of ^{the basic} water level Gauging Station

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
2.	Poblacion, Bato		Bicol R.	
3.	Buki		Bicol R.	
4.	Ombao, Bulao		Bicol R.	
6.	Camaligan, Naga		Bicol R.	MABUILOA Rq. Br 51 持設①
7.	Cuyapi, Libmanan		Bicol R.	tide
8.	Sipocot		Sipocot R.	
9.	Napolidan, Lupi		Sipocot R.	

Table 4-13 Bicol River Basin List of the Discharge Gauging Station

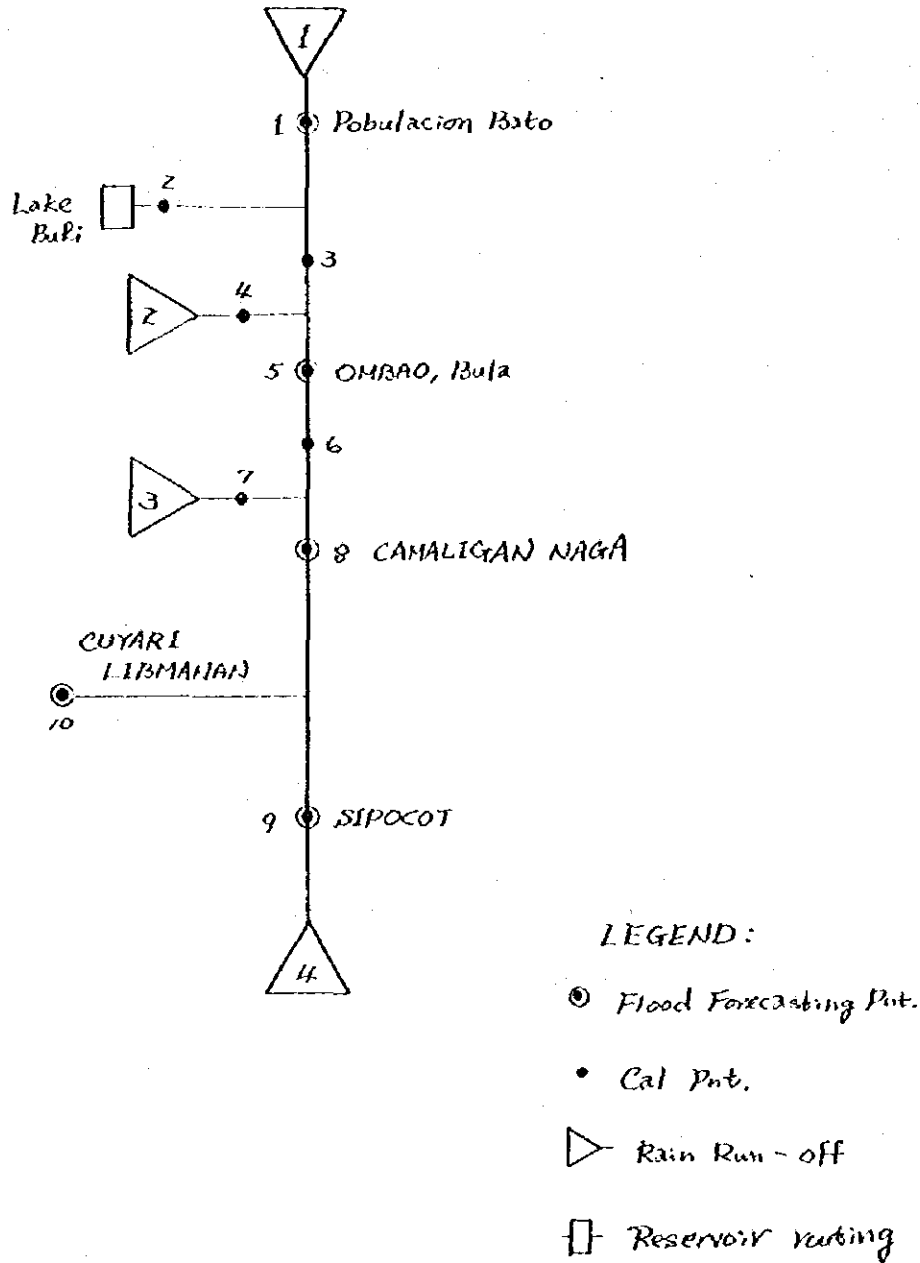
No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
9.	Napolidon, Lupi		Sipocot R.	

5. Run-off and Flood Routing Model

Tributaries to be Forecast の結果をもちに、Bico川
の Run-off and Flood Routing Model は Fig 4-8
に示すとおりである。

Fig 4-8 FLOOD FORECASTING MODEL

The Bicol River Basin



6. Storm Surge Model

6-1 CUYAPI LIBMANAN Point

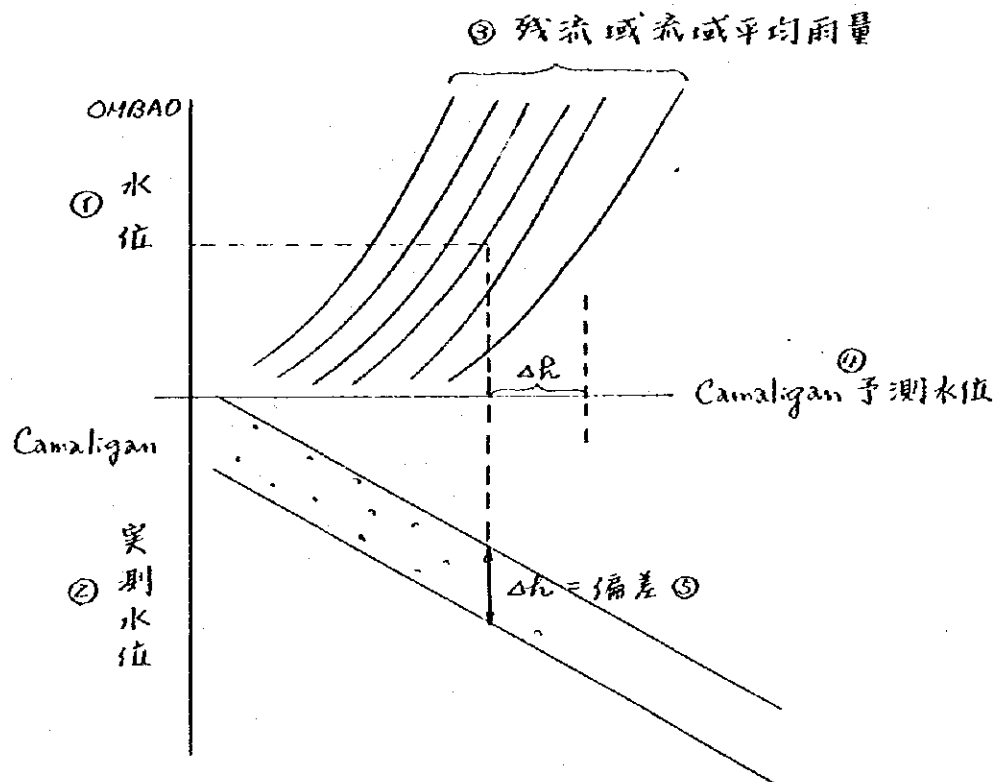
The Agno River の Bay-West, Lingayan の場合
と同様とする。

6-2 Camaligan, Naga point

1) 残流域平均雨量

OMBAO, BULA (R_1) と CAMALIGAN, NAGA (R_2)
の rainfall の算術平均とする。

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

2) OMBAO, BULA 水位と残流域雨量より Camaligan
の水位相関

高潮時には、その偏差を併味した予測水位を
決定する。

