

フィリピン共和国

AGNO川、BICOL川、CAGAYAN川における
洪水予警報システムの総合計画設立のための

調査報告書

昭和52年 8月

国際協力事業団

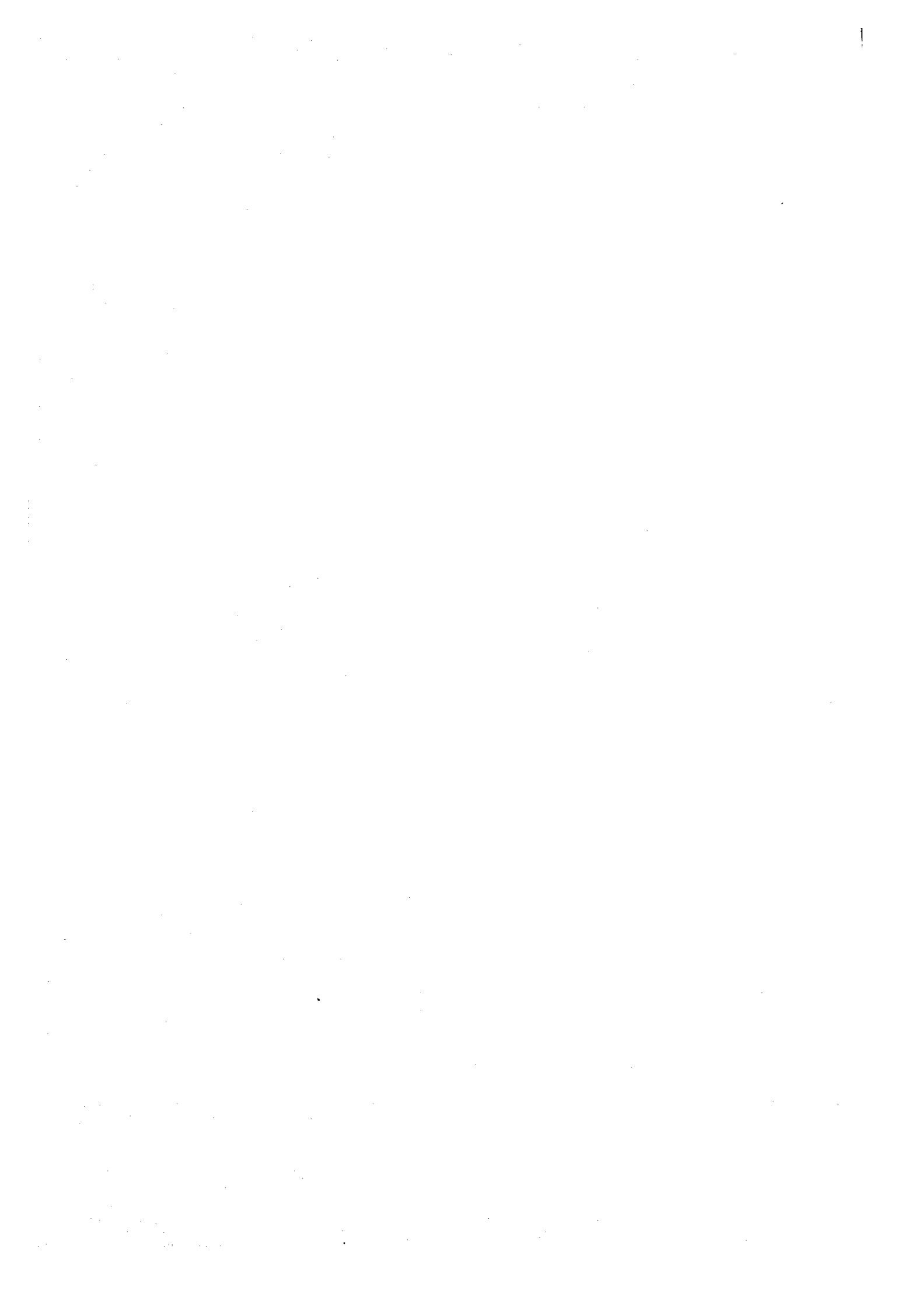


JICA LIBRARY



1045817(2)

059.2.13	211
6963	71



フィリピン共和国

AGNO川、BICOL川、CAGAYAN川における
洪水予警報システムの総合計画設立のための

調査報告書

昭和52年 8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 8. 30	118
登録No. 14504	61.7
	SDF

序 文

東南アジアモンスーン地帯を襲う宿命的ともいえる洪水は、人命・財産にはかり知れない被害をもたらしているばかりでなく、この地域の発展を阻害する大きな要因ともなっている。

ルソン島もその例外ではなく、1967年・1975年には、近年にない大洪水が襲来し、穀倉地帯を水没させたことは記憶に新しいところである。

ところで、1975年の出水においては、パンパンガ河に設置された洪水予警報システムが活躍し、避難・救援活動に大いに寄与したことは、日本の協力の成果として喜ばしいことである。

こうした状況において、洪水予警報システムの重要性を認識した、フィリピン共和国政府は、同システムをアグノ・ビコール・カガヤンの三河川へ拡張することを決定した。日本政府は、フィリピン共和国の要請にもとづき同三河川の洪水予警報システム調査を行なうことを決定し、国際協力事業団が本調査を実施した。

当事業団は、建設省河川局水理調査官川合恒孝氏を団長とする15名の専門家からなる調査団を編成し、昭和51年11月より3次にわたり現地調査を実施した。現地調査の結果はProgress Report I, IIとしてまとめられ、昭和52年4月、フィリピン共和国政府へ提出された。

ここに提出いたします本報告書は、フィリピンにおける会議での質疑事項をも十分織り込み作成されたものである。この報告書にもとづき、三河川の洪水予警報システムの1日も早い完成を期待し、流域住民の民生安定、福祉増進に寄与することを願うものである。

終わりに、調査の任に当られた団員各位の労をねぎらうとともに、協力と支援を惜しまなかったフィリピン共和国政府関係者に対し、心より感謝の意を表するものである。

1977年8月

国際協力事業団

法 眼 晋 作

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

貴職からの要請により、1976年11月より3次にわたり現地調査を行った、フィリピン共和国のアグノ、ピコール、ガガヤンの三河川における洪水予警報システムの総合計画設立に関する調査報告書が完成し、ここに提出する運びになりました。

この報告書は、パンパンガ河においてすでに作動していると同様な洪水予警報システムを、ルソン島の前述の三河川に拡張する計画について、フィジビリティ調査の結果をとりまとめたものであります。

この三河川の流域は、モンスーンおよび、台風の影響を真正面に受けており、それによる洪水や高潮は、毎年のように当地域を襲っています。当地域は一度、洪水や高潮が襲来すると、それによる人命、財産の損失、社会活動のマヒは、はかりしれないものがあります。このような状況において、洪水予警報システムを実施することは、単に被害を軽減するという直接的な目的のほか、これにより流域住民の民生安定、福祉の増進がもたされるという間接的な目的をもっており、その効果はフィリピン共和国全体の将来の発展にも図り知れない程の大きな比重を持つものと確信致します。

したがって、この計画がフィリピン共和国の協力と理解のもとに可及的速かに実施されることを祈ってやみません。

最後に現地調査ならびに報告書作成にあたり、協力を頂いたフィリピン共和国政府関係者、国連台風委員会ならびに日本大使館の諸官、さらに、国際協力事業団の職員の方々に心から感謝いたします。

1977年8月

フィリピン国洪水予警報システム調査団

団長 川 合 恒 孝

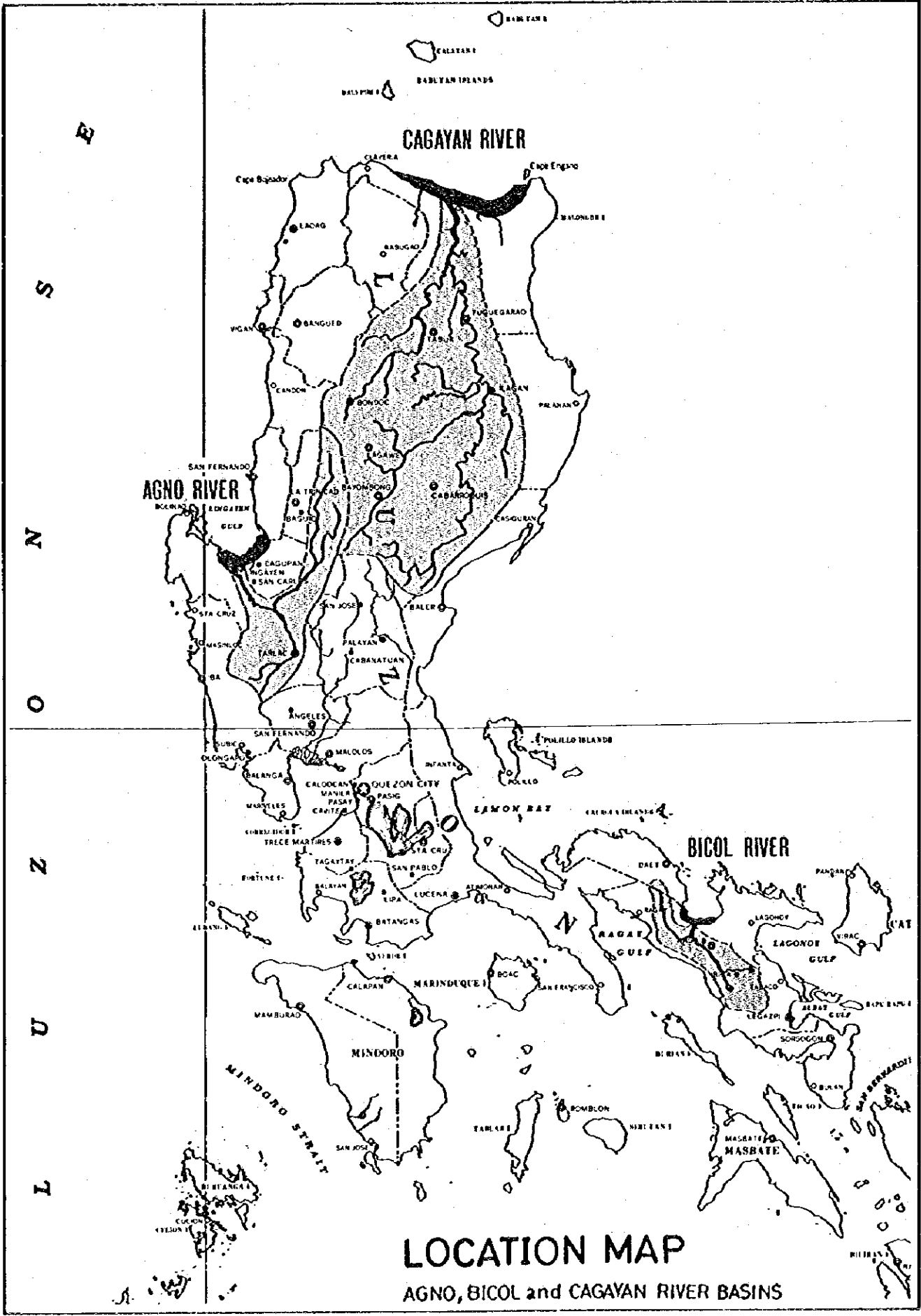
目 次

	頁
I 概 説	1
§ - 1 プロジェクトの背景及び目的	1
§ - 2 調 査 の 目 的	2
§ - 3 調 査 団 の 構 成	3
§ - 4 調 査 の 経 過	4
§ - 5 謝 辞	5
II 結 論 及 び 勧 告	6
§ - 1 洪水予報対象地区	6
§ - 2 観測通信網	9
§ - 3 監視制御所の機能および組織	9
§ - 4 洪水予報センターの組織と役割り	10
§ - 5 要員の準備	10
§ - 6 実施工程	11
§ - 7 事業費積算	11
§ - 8 効 果	14
§ - 9 新組織の提言	14
§ - 10 補足的勧告	15
III 水 文 ・ 気 象 的 特 徴	17
§ - 1 Agno 川	17
1. 地 形	17
2. 気 候	17
3. 降 雨	19
4. 洪水と高潮	19
5. 治水事業	19
6. 水文観測所の状況	20
§ - 2 Bicol 川	21
1. 地 形	21
2. 気 候	21
3. 降 雨	21
4. 洪水と高潮	22
5. 治水事業	22
6. 水文観測所の状況	22

	頁
§ - 3 Cagayan 川	23
1. 地 形	23
2. 気 候	23
3. 降 雨	23
4. 洪水と高潮	23
5. 治水事業	24
6. 水文観測所の状況	24
N 社会・経済的特徴	25
§ - 1 Agno 川	25
1. 人 口	25
2. 産 業	26
3. 交 通	27
4. 洪水被害	27
5. 開発計画	29
6. 洪水予報対象地区	29
§ - 2 Bicol 川	35
1. 人 口	35
2. 産 業	35
3. 交 通	37
4. 洪水被害	37
5. 開発計画	39
6. 洪水予報対象地区	39
§ - 3 Cagayan 川	45
1. 人 口	45
2. 産 業	46
3. 交 通	47
4. 洪水被害	48
5. 開発計画	48
6. 洪水予報対象地区	48
V 洪水予報	55
§ - 1 Agno 川	55
1. 水位および雨量	55
2. 洪水到達時間	59
3. 流域分割	59
4. テレメーター観測所の設定	60
5. 洪水追跡モデル	60

	頁
6. 高潮モデル	63
7. 洪水予報の手法	64
8. 計算モデルの検証	68
§ - 2 Bicol 川	78
1. 水位および雨量	78
2. 洪水到達時間	82
3. 流域分割	82
4. テレメータ-観測所の設定	82
5. 洪水追跡モデル	83
6. 高潮モデル	86
7. 洪水予報の手法	86
8. 計算モデルの検証	88
§ - 3 Cagayan 川	97
1. 水位および雨量	97
2. 洪水到達時間	101
3. 流域分割	101
4. テレメータ-観測所の設定	101
5. 洪水追跡モデル	104
6. 高潮モデル	104
7. 洪水予報の手法	104
8. 計算モデルの検証	105
VI 電気通信システム	109
§ - 1 提案の概要	109
§ - 2 提案システムの検討	110
1. Agno 川水系	110
2. Bicol 川水系	118
3. Cagayan 川水系	122
§ - 3 通信回線の設計	125
1. テレメータ通信回線	125
2. 多重通信回線	136
3. 短波によるバックアップ通信回線	140
4. VHF通信回線	140
VII 観測施設及び電気通信施設の設計	143
§ - 1 観測施設の設計	143
1. 施設	143

	頁
2. 観測機器	145
§ - 2 電気通信施設の設計	158
1. 局舎、アンテナ及び鉄塔	158
2. 使用機器	167
Ⅷ 運営と管理	178
§ - 1 水文観測施設	178
1. 水文観測施設の保守	178
2. 流量調査	178
3. 観測資料の整理	178
§ - 2 通信システムの保守体制	178
§ - 3 技術指導	180
1. 技術指導員の派遣	180
2. 技術者研修	180
3. 予警報連絡システム	180
§ - 4 新しい組織の整備	180
Ⅸ 費用積算	183
§ - 1 実施スケジュール	183
§ - 2 事業費積算	186
§ - 3 施設費用	192
§ - 4 技術指導費用	218
§ - 5 運営管理費用	226
X プロジェクトの効果	227
§ - 1 想定被害	227
§ - 2 プロジェクトの妥当性	230



LOCATION MAP
 AGNO, BICOL and CAGAYAN RIVER BASINS

Ⅰ 概 説

§ 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 Luzon 島は、人口が集中し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、社会活動のマヒは、ばかりしれないものがある。

フィリピン政府は、治水事業に営々として取組んで来ているが、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河道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、治水工事が未完成の時には、治水事業の中心となり、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 川の三川に拡張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に拡張する計画について、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（流域及びテレメータ-観測所、サブセンタ-予定地等）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

電波伝搬テストおよび基礎データの収集と解析

土木施設、電気通信施設の予備設計

システムの運営と管理計画の作成

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

第三次調査団

第一次、第二次、第三次調査団の構成は、次の通りである。

団 長	川 合 恒 孝	建設省河川局河川計画課調査官
河川専門家	塚 本 義 昭***	建設省計画局国際課海外協力官
"	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 夫***	(株)建設技術研究所技術第3部長
"	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 満**	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 収 治**	(社)建設電気技術協会
"	中 川 善 治**	"
社会経済専門家	石 井 讓 治**	(株)建設技術研究所開発研究室次長
コーディネータ	岡 崎 有 二**	国際協力事業団社会開発協力部開発調査課

注： * は第一次調査団団員

** は第二次

*** は第三次

§ 4. 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、電波伝搬試験を行なった。国内作業は、第一次調査帰国後の、1976年12月より開始され、1977年3月終了した。

本報告書(Final Report)は、これまでの調査の結果を取りまとめたものである。この他、1976年12月に、Interim Report、1977年2月にProgress Report Iが、1977年4月にProgress Report IIがフィリピン政府に提出されている。

Progress Report IIの報告は1977年4月に第一次調査団によって実施され、1977年6月にフィリピン政府のコメントがおこなわれた。

§ 5. 謝 辞

調査団一同は、本調査の実施に当って、種々お世話いただいた関係の諸官に対し厚い感謝の意を表する。

とくに、適切な助言、資料の提供等で配慮をわずらわしたつぎの機関をはじめ、関係各機関

Department of Public Works, Transportation Communications (D.P.W.T.C)

Department of National Defense (D.N.D.)

National Economic Development Authority (N.E.D.A.)

Bureau of Public Works (B.P.W.)

Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (P.A.G.A.S.A.)

Typhoon Committee Secretariat (T.C.S.) ESCAP

また、調査の実施に当って、種々御協力いただいたつぎの諸官をはじめ関係の諸官

Dr. S.N. Sen, Chief Adviser T.C.S.

Mr. J.M. Sunga, Director, Infrastructure Staff N.E.D.A.

Mr. D. Anolin, Director, B.P.W

Dr. R.L. Kintanar, Administrator, P.A.G.A.S.A.

さらに調査団に直接協力された

Mr. E.B. Reyes, Chief, Water Resource Division (B.P.W)

Mr. Z.C. Macaraig, Weather Service Coordinator (P.A.G.A.S.A.)

を長とする counter part の方々に対して深甚なる謝意を表したい。

II 結論および勧告

調査団はフィリピン国における水文気象調査、社会経済調査、電波伝搬調査、関係者との討論および日本国内における作業に基づき次のような提案および勧告を行うものである。

§ 1. (洪水予報対象地区)

人口、家屋の分布、土地利用状況、予想される洪水被害等の社会経済的特徴および流域の地形、降雨流出、洪水の来襲頻度数等の水文気象的特徴を考慮して、調査団は、次の地区を洪水予警報システムの洪水予報対象地区として提案する。

(1) Agno 川

Dagupan, Lingayen, Bugallon, Sta. Barbara, Bayambang, Carmen Rosales 等の都市を含む Pangasinan 平野一帯。

Tarlac, Gerona, Paniqui, Moncada を含む Tarlac 州の中心部。

(2) Bicol 川

Bato 湖から Baa 湖に至る中流部の氾濫原。

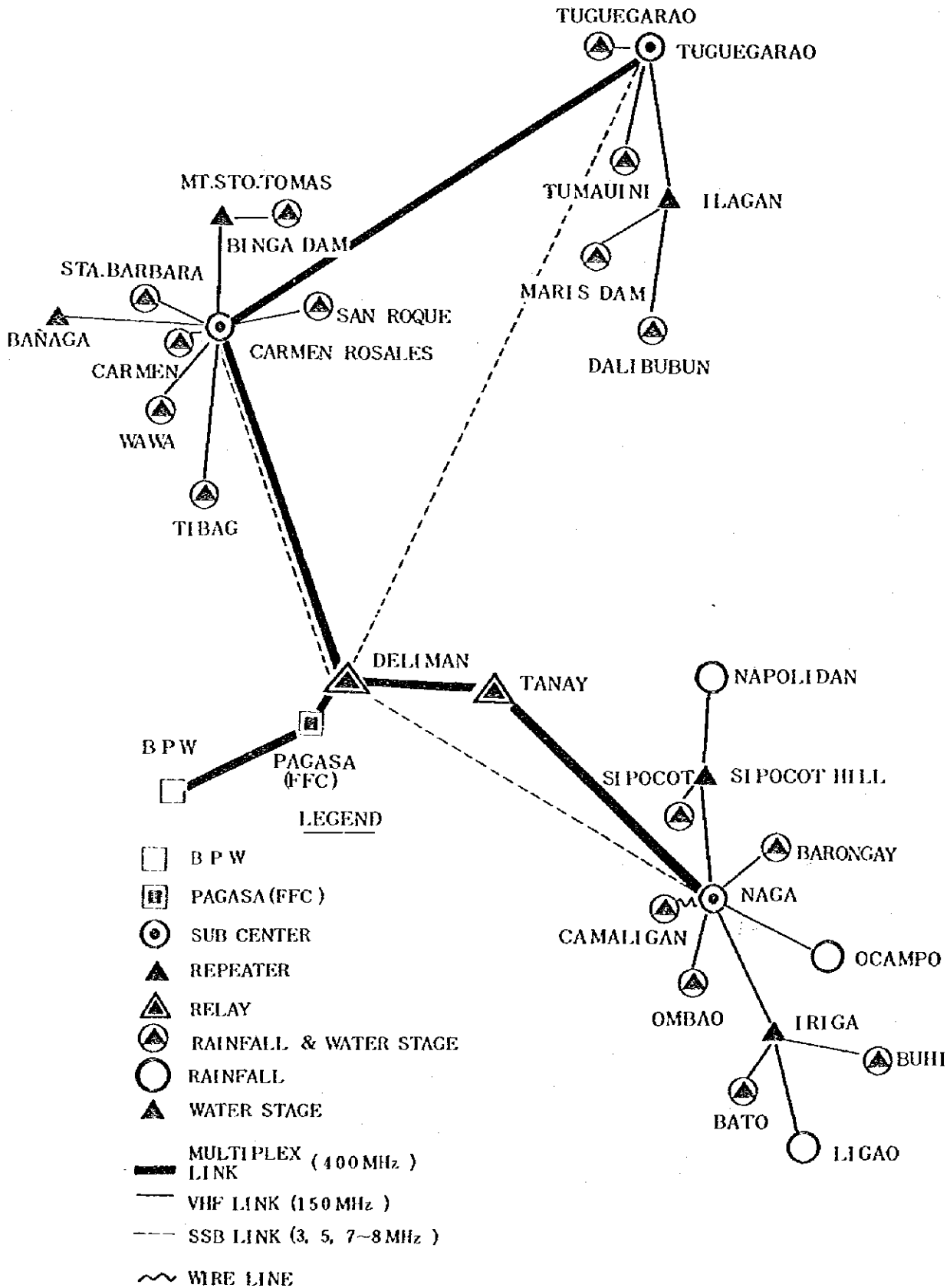
Naga 市より河口に至る下流の氾濫原。

(3) Cagayan 川

Iligan より Tumauni に至る中流域の氾濫原。

Tuguegarao より河口 Aparri に至る下流の氾濫原。

TELECOMMUNICATION NETWORK



§ 2. (観測通信網)

このプロジェクトの目的を達成するためつぎのような観測、通信網を設置する。

- (1) Agno 川 : ◦ テレメータ観測所 (Telemetering Station) 7ヶ所 (近い将来1ヶ所増設)
(Binga Dam, Sta. Barbara, San Roque, Carmen, Wawa, Tibag, Bañaga)
◦ 中継所 (Repeater Station) 1ヶ所 (Sto. Tomas)
◦ 監視制御所 (Sub Center) 1ヶ所 (Carmen, Rosales)
- (2) Bicol 川 : ◦ テレメータ観測所 (Telemetering Station) 9ヶ所
(Napolidan, Sipocot, Barongay, Camaligan, Ocampo, Ombao, Buhi, Bato, Ligao)
◦ 中継所 (Repeater Station) 2ヶ所 (Sipocot Hill, Iriga)
◦ 監視制御所 (Sub Center) 1ヶ所 (Camaligan, Naga)
- (3) Cagayan 川 : ◦ テレメータ観測所 (Telemetering Station) 4ヶ所
(Tuguegarao, Tumauni, Maris Dam, Dalibubun)
◦ 中継所 (Repeater Station) 1ヶ所 (Ilagan)
◦ 監視制御所 (Sub Center) 1ヶ所 (Tuguegarao)

将来、この流域については種々の開発計画が予定されており、流域がさらに発展することが予想される。その段階ではより正確な予報が必要となるので下流域と Chico 川流域にも、テレメータ観測所の追加調査を行ない、追加設置することが必要となるであろう。

- (1) Manila 近郊の Deliman と Tanay に送受信所 (Relay Station) を2ヶ所設け、監視制御所 (Sub Center) と、洪水予報センター (Flood Forecasting Center) との連絡に当らせる。連絡は多重通信回線によるがバックアップ用に短波による S.S. B. 電話を設ける。

§ 3. (監視制御所の機能および組織)

監視制御所の役割はつぎのようなものである。

- (1) テレメータ観測所より送られてくる雨量、水位観測資料を集め、洪水予報センター (F.F.C.) に送り出す。
- (2) 収集した水文観測資料を用いて短期間の洪水予測を行ない、これを洪水予報センター (F.F.C.) に連絡する。
- (3) 気象および洪水についての長期の予報概況を洪水予報センター (F.F.C.) より受け、これを洪水予測に取入れる。
- (4) 予測手法を改良するための研究を行う。

(5) 観測所の機器および施設を維持管理する。

各監視制御所に水文技術者として上級技術者 (Supervising) 1名と技工 (Technician) 1名、電気通信技術者として上級技術者 (Supervising) 1名、技術者 (Qualified) 2名、および電工 (Technician) 2名を配置する。したがって、水文技術者2名、電気通信技術者5名、合計7名となる。

§ 4. (洪水予報センターの組織と役割)

洪水予報センターの役割はつぎのようなものである。

- (1) 監視制御所から短期間の洪水予測を受け、これを検討する。
- (2) 監視制御所の情報と PAGASA (気象庁) の気象予報とから洪水の長期にわたる概況を予測する。この概況を各サブセンターに送る。
- (3) 監視制御所に洪水警戒体制を発令あるいは解除の指示を行う。
- (4) 洪水の現況と予想される状況を関係機関に広報連絡する。
- (5) 予測手法を改良するための研究を行う。
- (6) 監視制御所の常時の活動 (観測所の維持管理、予測手法の研究) を監督する。
- (7) 要員の訓練を実施する。

洪水予報センター (F.F.C) には水文技術者として技師長 (Chief) 1名と、上級技術者 (Supervising) 4名、電気通信技術者として技師長 (Chief) 1名、上級技術者 (Supervising) 1名、技術者 (Qualified) 2名、および電工 (Technician) 2名を配置する。

したがって、水文技術者5名、電気通信技術者6名、合計11名となる。

§ 5. 要員の準備

システムの間滑な運営のためつぎのような要員が必要である。

- (1) システム発足前に、監視制御所に水文技術者8名 (各SC 2名, FFC 2名) と電気通信技術者11名 (各SC 2名, FFC 5名, なおPampanga川の要員を含む) を配置する。この分野での経験を持つ要員を配置するのが望ましいのは勿論である。
- (2) 上述の要員の他に水文技術者3名 (FFC)、電気通信技術者15名を教育訓練の期間中 (2ケ年を予定) に配置する。したがって、システム運用開始時の要員は水文技術者11名、電気通信技術者26名、合計37名となる。ただし、電気通信技術者にはPampanga川の要員も含まれる。
- (3) 水文学、電気通信技術を習得するための要員を選抜し、洪水予警報に高度な技術経験を有する機関に派遣し、研修を受けさせる。
- (4) 工事完成に伴ない、コンサルタントによる要員の教育訓練を行う。

§ 6. 実施工程

本システムの実施工程はつぎの2ケースについて検討する。

ケース(I)では、各流域のテレメーター観測所網、監視制御所(S.C)と洪水予報センター(F.F.C.)との連絡の多重通信回線、短波によるS.S.B電話網より成る全システムを同時着工する。機器設置に伴い2年間は、コンサルタントによる技術指導を受ける。したがって、システムの完全な運用開始は工事着手約2年半後である。

ケース(II)では、段階的に着工し3年間で3河川(Agno川、Bicol川、Cagayan川)のサブシステムを完成する。

各々のサブシステム機器設置に伴い2年間は、コンサルタントによる技術指導が必要である。したがって、全システムの完全な運用開始は工事着手約5年後である。

実施スケジュールについて調査団は前述のような2つのケースを検討した。ケース(I)は、フィリピン政府の緊急施策としての要請に応えるものである。このケースは一見工期が短かく効果も上るようであるが、Pampanga川の経験に鑑みると、組織の整備、熟練した要員の配置に大きな困難が予想される。しかもシステムの運用について経験の無いまま実務に配置しなければならないのである。したがって、このスケジュールによる時は、この困難を克服するため、フィリピン政府による特に大きな努力が必要である。これに対し、ケース(II)は、時間がかかるが、むしろ着実なスケジュールであり、組織の整備、人員の訓練、配置も割合円滑にゆくと思われる。

§ 7. 事業費積算

費用は建設費(土木施設、電気通信施設)、技術指導、訓練費、建設期間中の維持運営費よりなる。

		建設コスト		(経済コスト)	
Case I	外貨	US\$	6,094,000	(US\$	6,068,000)
	内貨	₱	3,255,000	(₱	3,255,000)
	合計	US\$	6,535,000	(US\$	6,509,000)
		(換算値 US\$ = ₱ 7.39)			
Case II	外貨	US\$	7,194,000	(US\$	6,556,000)
	内貨	₱	3,464,000	(₱	3,255,000)
	合計	US\$	7,663,000	(US\$	6,995,000)

注1) 洪水予報センター(F.F.C.)及び傍受所(Monitor Station)の必要なスペースについては、フィリピン政府によって早急に調達する必要がある。

2) 建設コストには、年率10%の物価上昇を見込んであるが経済コストには見込んでいない。

Case 1 事業費 (3 サブシステムの同時着工方式)

	Foreign Currency	Local Currency
Civil works	1,019 × 10 ³ US\$	2,527 × 10 ³ ₱
Telecommunication	3,131	-
Technical Services	989	143
Operation and Maintenance	125	76
Contingency	830	509
Total	6,094	3,255

6,535 × 10³ US\$

Case 2 事業費 (3 サブシステムの段階的着工方式)

(priority : 1. Agno system 2. Bicol system 3. Cagayan system)
 として費用を積算した。

	Foreign Currency	Local Currency
Civil works	1,102 × 10 ³ US\$	2,688 × 10 ³ ₱
Telecommunication	3,384	-
Technical services	1,674	156
Operation and Maintenance	136	81
Contingency	898	539
Total	7,194	3,464

7,663 × 10³ US\$

Schedule of Implementation

Case I

Item \ Year	1	2	3	4	5
Manufacture of Telecommunication Equipments	6M				
Settlement of Equipments	2M				
Civil Work	8M				
Training		24M			

Case II

Item \ Year	1	2	3	4	5
Agno System		30M			
Manufacture of Telecommunication Equipments	6M				
Settlement of Equipments	2M				
Civil Work	6M				
Training		24M			
Bicol System			30M		
Construction		8M			
Training			24M		
Cagayan System				30M	
Construction			8M		
Training				24M	

§ 8. 効 果

洪水予警報システムの効果は、教育プロジェクトや保健プロジェクトのケースと同様に定量的な評価がしにくいいため、経済的分析を適用することがむずかしい。しかし、実際には、下表に示されるように、人命、財産は毎年、洪水によって大きな損失を受けている。この被害を軽減させることに洪水警報システムは大きな効果を発揮するであろう。

即ち、洪水予警報システムは、適切な時期に正確な情報を流すことにより水防、救援活動の効果的実施を可能とし、災害防止、公共福祉の増進に重要な役割を果たす。とくに人命に因しては洪水時の危険に対してこのシステムは大きな役割を果たすであろう。さらに開発計画を促進させ、個人および公共資産を増加させる等の間接的効果、ならびに勤労意欲の向上等を期待することができる。しかも、システム完成までに要する時間、費用は治水工事に比し、はるかに少なく、しかも一定の効果が上がるという点にこのプロジェクトの特徴がある。

想定最大被害額

河川流域	計画対象予定地域	居住人口	資産額	被害額
Agno 川	1,540 Km ²	500 × 10 ³	1,888 × 10 ⁶ P	531 × 10 ⁶ P
Bicol 川	570	200	553	143
Cagayan 川	1,420	180	581	139
合 計	3,530	880	3,022	813
			× 10 ⁶ US\$	× 10 ⁶ US\$
			411	111

§ 9. 新組織の提言

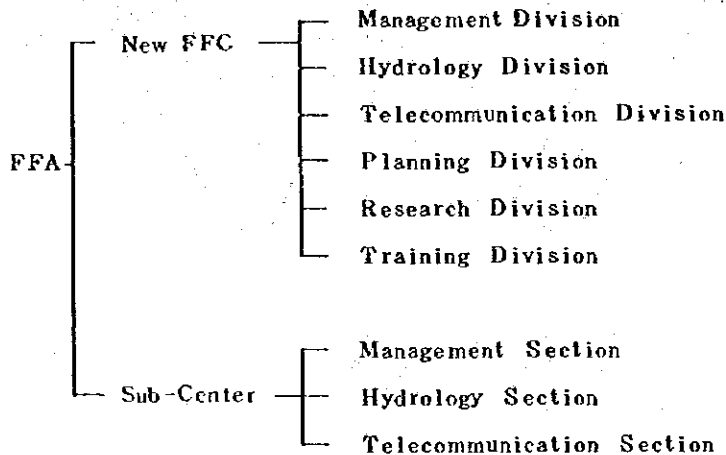
新しく拡大された洪水予警報システムを有効に機能させるためには組織の運営に当るべき多数の経験を積んだ技術者を必要とし、さらに多額の費用を要することが予想される。

しかしこの拡大されたシステムを運営して行く上で現在の FFC は次のような問題点を有しているから、これらの問題点を解決せずには新システムの円滑な運営はむずかしいであろう。

- (1) 現在の組織の洪水予報センター (F.F.C) は独自の要員、予算を持っていない。このため、システムの運営に必要な要員、予算の確保がむずかしい。
 - (2) 新しい要員を短期間に大量に確保し、あるいは他組織より移籍させることは困難である。
 - (3) 現在の組織では拡大されたシステムにおいて集中的組織的活動がむずかしい。
 - (4) 要員の待遇改善がむずかしい。このため経験を積んだ要員が他の組織へ流出しがちである。
 - (5) 研究、計画部門がないため予報精度の向上、予警報の他河川への拡張がむずかしい。
- これらの問題を解決するため、調査団は、新しい組織として、洪水予報局 (Flood

Forecasting Authority; F.F.A)の設置を提案するものである。この洪水予報局(F.F.A)は政府機構の一部として位置づけられ、独自の要員、予算を持つものでなければならない。

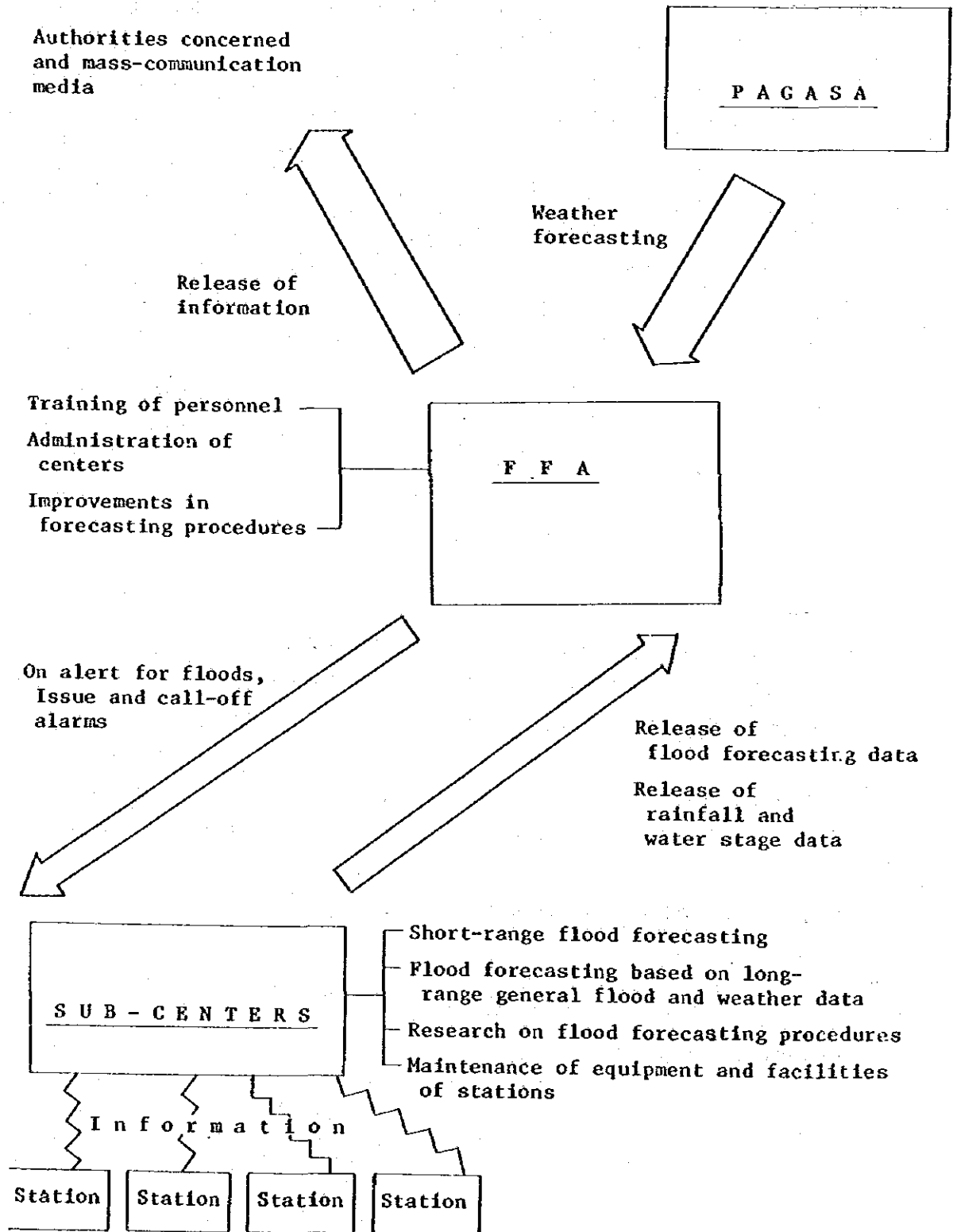
しかし、この新組織は調査団としての提案であるから、その実施は行政機構上の問題としてフィリピン政府において検討されるべきであろう。



§ 10. 補足的勧告

- (1) 前述のような新しい組織が整備された時には、従来の洪水予報センター(F.F.C)の要員、資機材は洪水予報局(F.F.A.)に移管されることになろう。
- (2) 新しいシステムを稼動させるには、速やかに水文観測所の建設を実施しなければならない。
- (3) 洪水予報の精度を向上するため、近い将来は定量的な降雨予測をシステムに組入れるべきである。この一手段としてPAGASAの気象レーダーを有効に活用することも考えられる。
- (4) 予測の精度と能率を向上するため、将来コンピューターを導入すべきである。

FUNCTIONS OF FFA AND SUB-CENTERS



Ⅱ 水文気象的特徴

§ 1. Agno 川

1. 地 形

Agno 川は、drainage area 5,646 Km² (河口の Baay West, Lingayen Stn.) を持ち、Cagayan 川、Pampanga 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 川の水源地は、Benguet Province の 2,000 m 級の山地である。

主要な支川は、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 1,745 m) 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、Pampanga 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 $1/50$ 、平野部河道は $1/1,000$ 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 Dagupan 川によって排除されている。

2. 気 候

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。

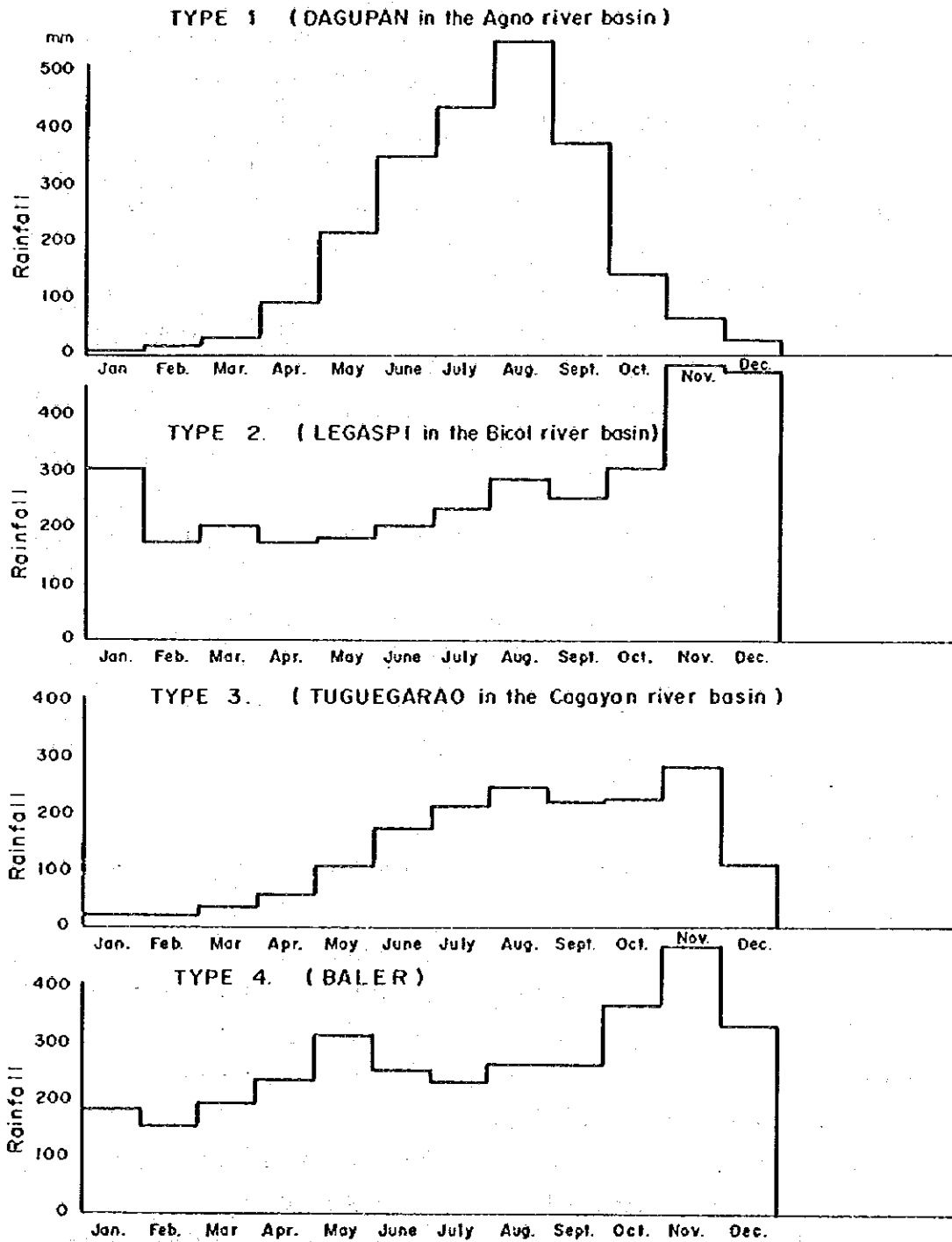
タイプ 4. はっきりした乾季や、雨季も無いもの。

Agno 川流域の気候は、タイプ 1 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、2,000 m 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 4 隻来する大型台風である。

* 出典 A Report on the CAGAYAN RIVER BASIN Luzon Island Philippines

Fig. The Four Types of Conditions for Climate



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、温度差は比較的小さい。年平均湿度は、低地で75%、山地で85%となっている。

3. 降 雨

この流域の乾季は、11月～4月で、雨季は5月～10月となっている。年雨量は、Agno上流の4,000mmからTarlac付近の2,000mm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、Agno川上流に近いBaguio市で、1911年8月、月雨量3,462mm同年7月、24時間雨量1,168mm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. 洪水と高潮

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

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、B.P.W.(Bureau of Public Works)の計画によると、本川の中流部のWawa, Bayambang (drainage area 4,196km²)で、100年確率洪水は10,000 m³/secであり、また、National Power Cooperation(NPC)の計画によると、Binga Damのspillway計画洪水流量は5,770 m³/sec (drainage area 936km²)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 湾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、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い、その被害は、はかりしれないものがあつた。

5. 治水事業

Agno川の治水事業は、B.P.W.(Bureau of Public Works)が中心となって担当して来ているが、その主な計画は堤防と放水路である。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。これらの堤防は、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 m³/secを、このSwampに導入するAlcara 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川流域の治水事業については、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、排水の樋門や、排水機場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N.P.C.(National Power Corporation)に属するAmbuklao Damと、Binga Damという二つの高さ100 m級のダムがある他、San Roque, San Manuelには、N.I.A.(National Irrigation Administration)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N.I.A.の灌漑用取水ダムがある。

6. 水文観測所の状況

水位流量観測所は、主としてB.P.W.(Bureau of Public Works)に属していて、Agno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、その他に毎時の観測を行なっている。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、すべて量水標によっているのが現状である。しかも、San Roque, San Manuel 観測所は半ば破壊され、また、Tibag, Tarlac 観測所は、放棄されている。観測データは、B.P.W.(Bureau of Public Works)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、Agno Basin, Dagupan Basinを合わせ、22ヶ所の多数にのぼる。この他、N.I.A.(National Irrigation Administration), N.P.C.(National Power Corporation)も独自の観測所網を持っている。観測回数は、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、水位流量のそれに比べ、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. 地 形

Bicol 川は、Luzon 島最南端の、Province of Camarines Sur と Albay を流域とする流域面積 $2,717 \text{ km}^2$ (河口の Cuyapi, Libmanan Stn.) 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 $2,000 \text{ m}$ 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 $2,421 \text{ m}$) であるが、流出した水は、一旦、Lake Bato, Baao, Buhi 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、著しい蛇行を行ないつつ、Sipocot 川を合せ、San Miguuel 湾に注いでいる。

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 MSL 5.0 m にすぎない。これを水面勾配にすると、 $1/14,000$ となっている。

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 $1/250$ にも達する。

Sipocot 合流以降の Bicol 川河道は、河巾が急に大きくなり、河口では、 $1,000 \text{ m}$ 以上に達する。

Bicol 川は、このように緩流であるため、潮汐は 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 流域を含む周辺の山地、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. 気 候

この流域の気候は、先述のタイプ 2 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。

1 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、場所による差が少ない。湿度の平均は、Naga 市で 85% となっている。

3. 降 雨

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。

洪水をもたらした豪雨は、Nagaでの月雨量最大が 2,900 mm となっている。最近の豪雨は、1975年12月と、1976年12月にあった。

4. 洪水と高潮

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潮のため、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平野の全域が水没し、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湾に生ずる高潮がある。San Miguel湾はその形状が、特に高潮を生じやすいものとなっている上、強力な台風が、流域付近を通過することが多い。

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

5. 治水事業

Bicol川の河川工事は、B.R.B.D.P.(Bicol River Basin Development Programme)が基本計画を立て、B.P.W.が実施をしているが、これまでの所、Naga市付近において、蛇行を修正する捷水路#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湾へ排水する分水路、Sipocot川上流のダムなど野心的なものがある。

他の構造物としては、N.I.A.が施工したLalo River Irrigation Systemを始めとする灌漑網の整備が上げられる。

6. 水文観測所の状況

水位流量観測所は、主として、B.P.W.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、毎時の観測を行なっている。自記水位計を持つ所も多いが、Mabulo, Nagaを除き、すべて故障しているため量水標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。

水文気象観測所の数は、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. 地 形

Cagayan 川は、流域面積 27,580 km² (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 海峡に注いでいる。流域は、東、南、西、三方を 2,000 m 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。

主要な支川は、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 川、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、大きな流域面積を持ち、両川で全流域の 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 間で、1/8,000 という緩さである。河道は、Cagayan Valley の氾濫原の中を著しく蛇行しながら流下している。

下流部や、河口には、一部湿地や沼地が存在している。

2. 気 候

この流域の気候は、はっきりした雨季というものがなく、短い乾季のあるタイプ 3 に属している。

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

中流 Tuguegarao 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. 降 雨

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 mm、東南の山岳地帯で、3,000 mmとなっているが、Luzon 島内の他河川に比較してやや少ない。洪水をもたらす豪雨を見ると、1906年11月に、Tuguegarao の月雨量 1,316 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. 洪水と高潮

流域面積が大きいこと、Valley の勾配が極めて緩いこと、数ヶ所の狭持部で調節を受けること、河道が蛇行していることが、原因となって、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、B.P.W.の計画によると、本川の100年確率洪水は、上流部のPangal (drainage area 4244km²) 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海峡の形状からしても、それほど大きなものは生起しないと考えられる。

5. 治水事業

Cagayan川の治水事業は、B.P.W.が中心となって担当して来ているが、現在までの所、まだ、具体化した計画はない。したがって、河道は、自然河川のままになっているといえよう。この川は、水資源の利用の面で進んでおり、左支川Magat川には、Maris DamがN.I.A.の手により完成しており、広大な農地に灌漑している他、多数の灌漑計画や発電計画がある。

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. 水文観測所の状況

水位流量観測所は、主としてB.P.W.に属していて、Cagayan川本川に9ヶ所、Chico川に2ヶ所、Magat川に2ヶ所、Ilagan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な過ぎるようである。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回量水標を読んでいる。洪水時には、特別に毎時の観測を行なっている。

これらのdataは、B.P.W.本部に集められている。

気象観測所として、Tuguegarao 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、放棄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。

IV 社会経済的特徴

§ 1. Agno 川

本川の流域は、Mountain, Benguet, Pangasinan, Tarlac の4つのProvince に包含されており、行政面積にして、13118Km²の地域である。

1. 人口

流域の人口は、約2302千人、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 81.5千人、Dagupan, Pangasinan 84.3千人、Bayambang, Pangasinan 56.4千人、Tarlac-Tarlac の135.1千人等8都市である。

Agno River Basin: Summary of Population Statistics

Population Province	Population 1970 Census	Pop. Increase (1960-70)	Pop. Density (per sq.km)	Pop. Projection 1975	Pop. Distribu- tion(%)		Literacy Rate (%) 1970
					Urban	Rural	
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	3.59	96.41	61.55
Benguet	263,550	43.5	99.3	309,656	31.84	68.16	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	646,684	16.70	83.30	87.45

Source: Bureau of the Census and Statistics

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
Malasiqui, Pangasinan	61,423	Tarlac, Tarlac	135,128

1970 Population Census

2. 産 業

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、カリフラワー etc.）が、フィリピン第1の作物生産である。また、林材業は、Luzon 第1の生産量であり、全国第2の生産量である。さらに、採鉱石業は、盛んに営まれており、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、パレイ（Palay: rough rice）、サトウキビ（Sugar cane）、タバコ（Tobacco）、家畜（Livestock）、家禽（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、セメント、製塩を中心とする鉱工業が盛んである。

Economic Information

Name of Province	Mountain	Benguet	Pangasinan	Tarlac
Area (ha)	209,733	259,938	536,817	305,345
Income (FY1972-73)	₱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
Crop	Cabbages Tomatoes Carrots Cauliflowers Strawberries etc.	Cabbages Tomatoes Carrots Cauliflowers Strawberries etc.	Palay (rough rice) Tobacco Coconut Sugarcane Livestock Poultry	Palay (rough rice) Sugar Poultry Goats

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

Number of Establishments in Agna River Basin
by Major Industry Division

Province	Total Number of Establishments	Manufacturing	Wholesale and Retail Trade, Restaurants and Hotels	Transport, Storage and Communication	Community, Social and Personal Services	Other Economic Activities
Mountain	773	118	583	29	31	12
Benguet	5,722	448	4,507	96	490	181
Pangasinan	20,561	2,307	12,397	3,934	1,610	313
Tarlac	9,980	941	6,068	2,087	704	180

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

3. 交通

Agno川流域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、Manilaと、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、これにクロスして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みると、少ない所で1,000～1,500台/日であり、Benguet Provinceの都市部(Baguio, Taba, Camp1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, Lingayam付近)では、3,000～4,000台/日を超えている所もある。

鉄道はManilaからDagupan間がフィリピンで最初に開発され、現在ではManilaを基点として、北部線がSan Fernand Unionまで開発されており、この地域にとって重要な交通機関となっている。

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、数ヶ所で主要な氾濫原と交差している。

4. 洪水被害

Agno川流域における過去の年間平均洪水被害額は、\$6.0 Millionで、洪水被害面積は1,720 Km²に達している。過去10年間(1966～1975)における主要な台風、熱帯低気圧等による洪水被害額は、次のとおりである。

Existing Highway Kilometerages
(As of June 30, 1972)

Name of Province	Mountain			Benguet			
	Rank	National	Provincial Municipal and City	Total	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth		44.03	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

Source: Department of Public Highways

Name of Province	Pangasinan			Tarlac			
	Rank	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		159.44	784.64	944.08	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	2,225.70	166.98	644.63	811.61

Source: Department of Public Highways

Flood Information

Year	Name of	Date	Damages	Rainfall
1966	Klaring	May 11-22	₱ 430,000	Baguio 286.8 mm
1967	Tring	Oct. 14-18	₱1,773,800	Baguio 1,215.7 mm
1967	Welming	Nov. 1- 5	₱ 170,000	Baguio 96.1 mm
1968	Huaning	Aug. 17-20	₱ 400,000	Dagupan 114.4 mm
1969	Elang	Jul. 24-27	₱2,000,000	Baguio 545.7 mm
1973	Luming	Oct. 2- 9	₱6,300,000	Dagupan 34.6 mm

Source: Bureau of Public Works
Philippine Atmospheric Geophysical and
Astronomical Service Administration

5. 開発計画

現在、Agno川流域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なり力を入れており、開発が営々と進められている。

Regional Projects

- A. Manila North Road
- B. Second Luzon Highway Package Project
- C. Tarlac - Sta Rosa Road
- D. Rosario - Baguio Road
Bauang - Baguio Road
- E. Paniqui - Camiling - Wawa - Bayambang Road
- F. Agno and Tarlac River Control Projects
- G. Rehabilitation of National and Commercial Irrigation Systems
and Installation of Irrigation Pumps within Disaster Areas

6. 洪水予報対象地区

Agno川流域における対象地域としては、人口、家屋の分布、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く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 Barbaba, Bayambang, Rosales等を包含するPangasinan平野全域
- (2) 主要都市、Tarlac, Gerona, Paniqui, Moncada等を包含するTarlac

Province の中央部一帯。

つぎに、洪水予報対象地区内の主要な資産について、統計資料にもとづいて推定すると、一般資産ならびに公共資産は以下のような結果を得る。

6-1 一般資産

(1) 建築構造物

Number of private building construction	Floor area (x10 ³ m ²)	Value (x10 ³ P)
900	470	70,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(2) 家財備品

Number of families (x10 ³)	Annual family income (P)	Value of household (x10 ³ P)
100	5,190	519,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

注) 家財備品として年一世帯当りの所得額と同等の資産額を有するものと仮定する。

(3) 鉱業

Value of metallics (x10 ³ P)	Value of non-metallics (x10 ³ P)	Total value (x10 ³ P)
3,000	12,000	15,000

Source of basic data: Bureau of Mines

(4) 製造業

Firms	Employment	Value of fixed asset (x10 ³ P)	Value of production (x10 ³ P)
50	2,600	10,000	140,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(5) 商業

	Number of establishments	Employment	Total gross receipts (x10 ³ P)
Wholesale gross receipts	170	1,700	77,000
Retail gross receipts	7,400	23,000	119,000
Total	7,570	24,700	196,000

Source of basic data: National census and Statistics Office

(6) 養魚場

Area (ha)	Production (ton)	Value (x10 ³ ₱)
9,200	8,000	61,000

Source of basic data: Fisheries Statistics of the Philippines

(7) 農作物

	Area (ha)	Production (x10 ³ ton)	Value (x10 ³ ₱)
Palay	57,000	41,000	92,000
Corn	3,000	2,000	5,000
Sugarcane	4,000	23,000	13,000
Tobacco	1,000	1,000	3,000
Coconut	2,000	2,000	3,000
Abaca	-	-	-
Others	7,000	70,000	62,000
Total	74,000	139,000	178,000

Source of basic data: National Food and Agriculture Council

(8) 家畜・家禽

	Number	Value (x10 ³ ₱)
Carabao	84,000	35,000
Cattle	32,000	12,000
Swine	115,000	10,000
Horses	4,000	1,000
Goats	42,000	1,000
Chicken	606,000	2,000
Ducks	-	-
Total	883,000	61,000

Source of basic data: Bureau of Agricultural Economics

一般資産額小計 : 1,240,000 x 10³ ₱ (169,000 x 10³ US\$).

(2) 6-2 公共資産

(9) 道路および鉄道再建諸費

National road kilometerages	Railway kilometerages	Reconstruction value (x10 ³ ₱)
370	60	572,000

Source of basic data: Department of Public Highways, Philippine National Railways

00 学校再建設費

Number of private schools	Number of public schools	Reconstruction value (x10 ³ ¥)
100	900	71,000

Source of basic data: Department of Education and Culture, Educational Statistics, Bureau of Public Works.

00 運輸業

Traffic volume	Average of fare (¥)	Value (x10 ³ ¥)
50,000 cars	100	5,000

Source of basic data: Department of Public Highways
National Census and Statistics Office

注) 運輸については営業車1台当りの平均運輸収入を資産額として仮定する。

公共資産額小計: 648,000 × 10³ ¥ (88,000US\$)

6-3 総資産額

	(x10 ³ ¥)
(1) General Property	1,240,000
(2) Public Property	648,000
(3) Total (x10 ³ ¥)	1,888,000
Total (x10 ³ US\$)	257,000

注)

- 1) 洪水予報対象地区内の資産の算定にあたっては、provinceおよびregionの統計値を人口比、または面積比で求めた。
- 2) 生産量、および資産額(生産額)の1976年度の数値は、消費者物価の伸び率、生産量の伸び率等を参考にして求めた。関連データは別冊附録に記載した。
- 3) ドル換算にあたっては1.0\$ = 739¥を用いた。

Fig. 4-1 TARGET AREA

— AGNOR RIVER BASIN—

LEGEND

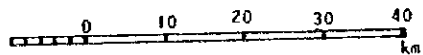
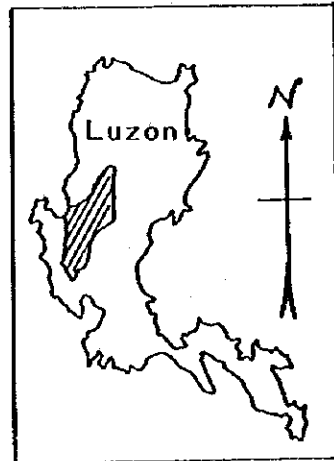
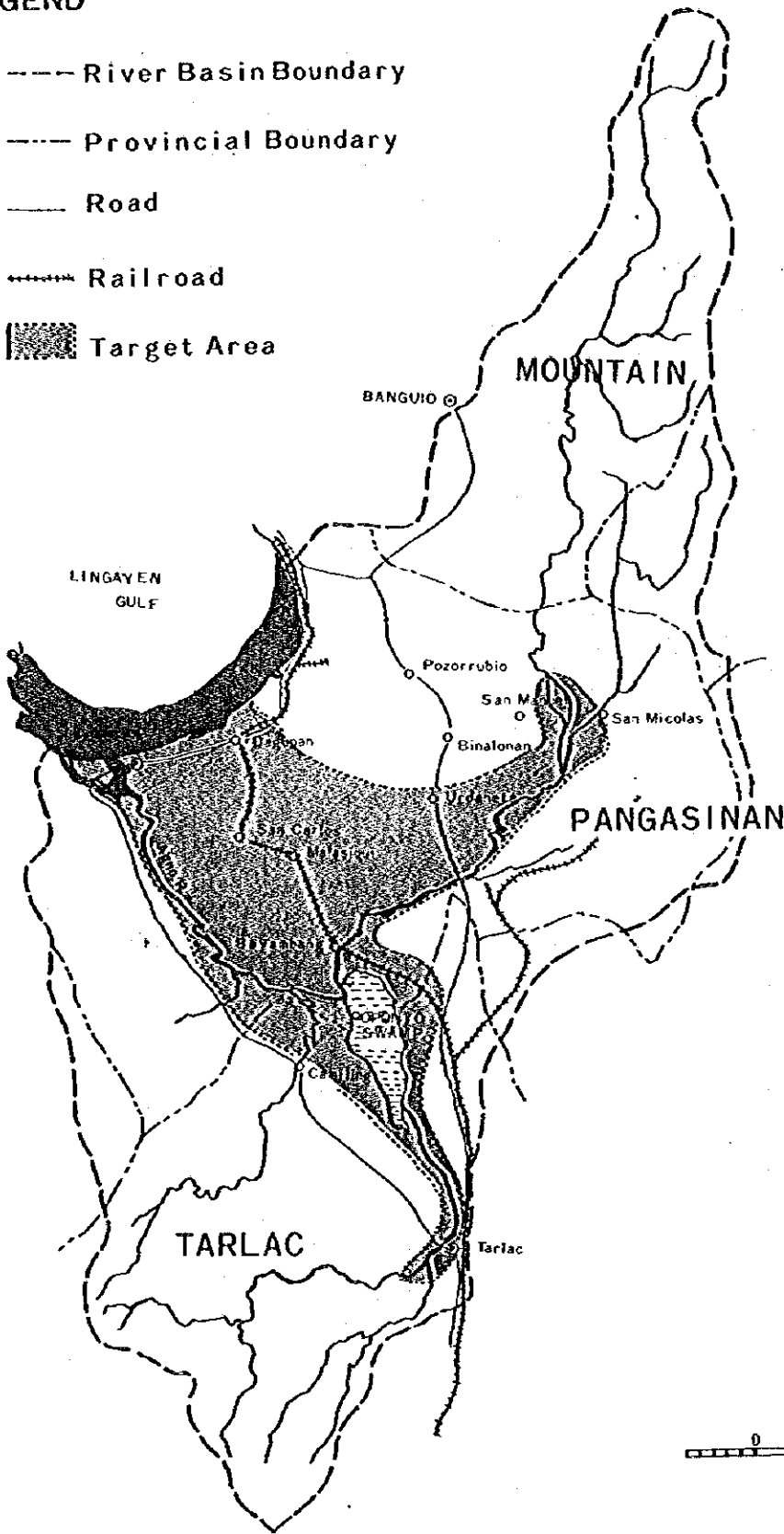
--- River Basin Boundary

----- Provincial Boundary

— Road

+++++ Railroad

Target Area



§ 2. Bicol川

本川の流域は、Camarines Norte, Camarines Sur, Albayの3つのProvinceに包含されており、行政面積にして9,930Km²の地域である。

1. 人口

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5万人以上の都市は、Legaspi, Albay, 84.1千人, Naga, Camarines Sur 79.8千人, Iriga, Camarines Sur 77.4千人, Libmanan, Camarines Sur 62.8千人, Ligao, Albay 56.8千人等、7都市である。

Bicol River Basin: Summary of Population Statistics

Province	Population 1970 Census	Pop. Increase (1960-70) (%)	Pop. Density (per sq.km)	Pop. Projection 1975	Pop. Distribu- tion (%)		Literacy Rate (%) 1970
					Urban	Rural	
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: Bureau of the Census and Statistics

Cities and Towns with 50,000 or More Inhabitants

Cities and Towns	Population 1970	Cities and Towns	Population 1970
Legaspi, Albay	84,090	Tabaco, Albay	60,572
Naga, Camarines Sur	79,846	Daraga-Loocsin, Albay	58,335
Iriga, Camarines Sur	77,382	Ligao, Albay	56,765
Libmanan, Camarines Sur	62,762		

1970 Population Census

2. 産 業

産業は、主として農業が盛んで、Bicol平野を中心としてパレイ (palay), トウモロコシ (corn), キャベツ (vegetable), 根菜類 (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、家畜(livestock)、家禽(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、Naga City、Calobang等の漁港を中心とする沿岸漁業、漁業生産物(貝類、海草、海綿etc.) Fishpond Production等の漁業および、鉄、ヤシ油(coconut oil)の生産を中心とする鉱業、化学工業も盛んである。

Economic Information

Name of Province	Camarines Norte	Camarines Sur	Albay
Area (ha)	211,249	526,682	255,257
Income (FY1972-73)	P1,644,805	P4,411,522	P5,140,204
Industry	Agriculture Logging & Forestry Fishing Mining	Agriculture Logging & Forestry Fishing Mining & Quarrying	Agriculture Logging & Forestry Fishing
Crop	Palay, Corn, Abaca, Banana, Coconut, etc.	Palay, Coconut, Abaca, Banana, Livestock, Poultry, etc.	Palay, Corn, Vegetable, Root- crops, Coconuts, Abaca, etc.

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

Number of Establishments in Bicol River Basin
by Major Industry Division

Province	Total Number of Establishments	Manufacturing	Wholesale and Retail Trade Restaurants 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	802	252
Albay	10,533	1,623	6,992	1,028	706	184

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

3 交 通

Bicol 川流域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および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Manila）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している。1975年に観測された主要地点の交通量を、主要な幹線道路でみると、少ない所で、200台/日～400台/日であり、Albay Provinceの都市部（Legaspi, Ligao, Oas, Polangui 付近）では、2,000～3,300台/日を超える所もあり、Camarines Sur Provinceの都市部（Iriga, Piti, 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Manilaから Legaspiまで開設されており、南部線として重要な交通手段となっている。これら、幹線交通路である鉄道、国道は、いずれも、ほぼBicol Valleyに沿って走っており、数ヶ所で主要な氾濫原と交差している。

4. 洪水被害

Bicol 川流域における過去の年間平均洪水被害額は、P 3.0 Millionで、洪水被害面積は580 Km²に達している。過去10年間（1966～1975）における主な台風熱帯低気圧等による洪水被害額は、次のとおりである。

Flood Information of Cyclone

Year	Name	Date	Damages	Rainfall
1967	Welming	Nov.1 - 5	P18,000,000	Daet Com. Norte 175.5 mm
1973	Luning	Oct.2 - 9	P 3,200,000	Daet Com. Norte 200.1 mm

Source: Bureau of Public Works, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration

注) 1975年12月及1976年12月の被害は集計されていない。

Existing Highway Kilometerages
(As of June 30, 1972)

Name of Province Rank Item	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. & Comb.	-	-	-	-	-	-
Total	187.55	653.66	841.21	325.30	1,573.48	1,898.78

Source: Department of Public Highways

Name of Province Rank Item	Albay		
	National	Provincial Municipal and City	Total
Earth	63.4	319.23	383.57
Macadam	111.69	395.06	506.75
Low type bit	102.60	140.79	243.39
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

5. 開発計画

現在、Bicol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、floodcontrol等の計画を検討しており、開発のPotentialityはかなり高い。

The regional projects are listed below.

- A. Quirino Highway
- B. Legaspi Airport (Package of 5 Airport Projects)
- C. Port of Tabaco (Package of 4 Port Projects)
- D. Southern Luzon Electrification Project, Stages IV & V
- E. Tiwi Geothermal Pilot Plant (2-10 MW)

6. 洪水予報対象地区

Bicol川流域における地域は、人口、土地利用ないし、土地の生産性、そ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1～2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. Naga市周辺から河口に至る沖積平野

つきに、洪水予報対象地区内の主要な資産について、統計資料にもとづいて推定すると一般資産、ならびに公共資産は以下のような結果を得る。

6-1 一般資産

(1) 建築構造物

Number of private building construction	Floor area (x10 ³ m ²)	Value (x10 ³ ₱)
900	470	70,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(2) 家財備品

Number of families (x10 ³)	Annual family income (₱)	Value of household (x10 ³ ₱)
50	3,180	159,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

注) 家財備品として年一世帯当りの所得額と同等の資産額を有するものと仮定する。

(3) 製造業

Firms	Employment	Value of fixed asset (x10 ³ ₱)	Value of production (x10 ³ ₱)
25	1,100	3,000	21,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(4) 商業

	Number of establishments	Employment	Total gross receipts (x10 ³ ₱)
Wholesale gross receipts	50	400	18,000
Retail gross receipts	1,300	4,000	17,000
Total	1,350	4,400	35,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(5) 養魚場

Area (ha)	Production (ton)	Value (x10 ³ ₱)
3,800	800	4,000

Source of basic data: Fisheries Statistics of the Philippines

(6) 農作物

	Area (ha)	Production (x10 ³ ton)	Value (x10 ³ ₱)
Palay	30,000	46,000	27,000
Corn	6,000	5,000	2,000
Sugarcane	-	-	-
Tabbaco	-	-	-
Coconut	8,000	4,000	5,000
Abaca	4,000	4,000	9,000
Others	9,000	19,000	9,000
Total	57,000	78,000	52,000

Source of basic data: National Food and Agriculture Council

(7) 家畜家禽

	Number	Value (x10 ³ ₱)
Carabao	19,000	8,000
Cattle	3,000	1,000
Swine	34,000	3,000
Horses	-	-
Goats	-	-
Chicken	303,000	1,000
Ducks	-	-
Total	359,000	13,000

Source of basic data: Bureau of Agricultural Economics

一般資産額小計 : 301,000 x 10³ ₱ (41,000 x 10³ US\$).

6-2 公共資産

(8) 道路および鉄道再建設費

National road kilometerages	Railway kilometerage	Reconstruction value (x10 ³ ₱)
90	50	231,000

Source of basic data: Department of Public Highways
Philippine National Railways

(9) 学校再建設費

Number of private schools	Number of public schools	Reconstruction value (x10 ³ ₱)
20	250	19,000

Source of basic data: Department of Education and Culture
Educational Statistics
Bureau of Public Works

00 運輸業

Traffic volume	Average of fare (₱)	Value (x10 ³ ₱)
20,000 Cars	100	20,000

Source of basic data: Department of Public Highway
National Census and Statistics Office

注) 運輸については営業車1台当りの平均運輸収入を資産額として仮定する。

公共資産額小計 : 252,000 x 10³ ₱ (34,000 x 10³ US\$)

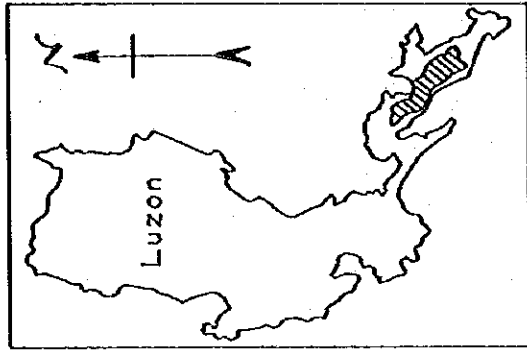
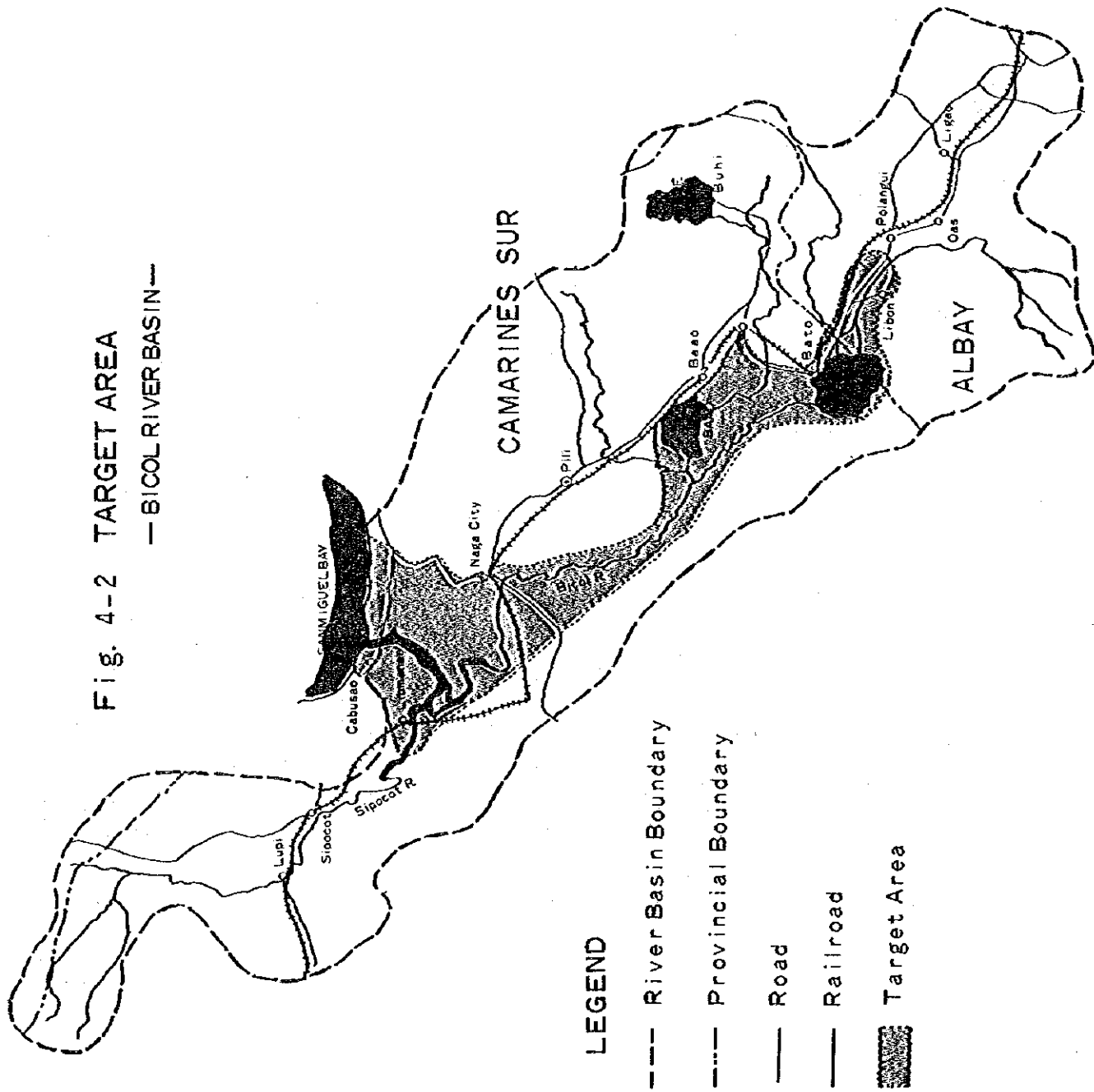
6-3 総資産額

(x10³ p)

(1) General property	301,000
(2) Public property	252,000
(3) Total (x10 ³ p)	553,000
Total (x10 ³ US\$)	75,000

- 注) 1) 洪水予報対象地区内の資産の算定にあたっては、Province, Regionの統計値を人口比または面積比で求めた。関連データは別冊附録に記載した。
- 2) 生産量、および資産額(生産額)の1976年度の数値は、消費者物価の伸び率、生産量の伸び率等を参考として求めた。
- 3) ドル換算にあたっては、1.0\$ = 739円を用いた。

Fig. 4-2 TARGET AREA
 — BICOL RIVER BASIN —



§ 3. Cagayan 川

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

1. 人口

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。

Cagayan River Basin: Summary Population Statistics

Province	Population 1970 Census	Pop. Increase (1960 - 69) (%)	Pop. Density (per sq.km)	Pop. Projection 1975	Pop. Distribution (%) Urban Rural		Literacy Rate (%) 1970
Province Total/Ave.	2,036,723	37.4	51.0	2,377,808	14.35	85.65	72.18
Cagayan	581,237	30.5	64.6	659,316	14.58	85.42	80.75
Kalinga Apayao	136,249	52.2	19.3	156,584	8.08	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: Bureau of the Census and Statistics.

Cities and Towns With 50,000 or More

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

Per 1970 Population Census

2 産 業

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、主にパレイ (palay)、トウモロコシ (corn)、ネイティブタバコ (native tobacco)、果物 (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、Fishpond production が行なわれている。

Economic Information

Name of Province	Cagayan	Ifugao	Isabela	Nueva Vizcaya
Area (ha)	900,267	251,673	1,066,456	696,107
Income (FY1972-73)	₱8,058,248	₱ 971,600	₱9,122,962	₱1,395,627
Industry	Agriculture Logging & Forestry	Agriculture Fishing Mining	Agriculture Logging & Forestry Fishing	Agriculture Logging & Forestry
Crope	Palay, Corn, Legumes, Rootcrops, Vegetables, Fruits, Tobacco, Sugarcane, Caraboos, Hogs, etc.	Rootcrops, Corn, Vegetables, Fruits, Coconuts, Sugarcane, etc.	Palay, Corn, Tabacco, Fruits, Mango, Peanuts, Tomatoes, Vegetables, Coconuts, Sugarcane, etc.	Palay, Mango, Pomelo, Jackfruit, Vegetables, Potatoes, Maguey, etc.

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

Number of Establishments in Cagayan River Basin by Major Industry Division

Province	Total Number of Establishments	Manufacturing	Wholesale and Retail Trade Restaurants and Hotels	Transport Storage and Communication	Community Social and Personal Services	Other Economic Activities
Cagayan	9,133	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

Source: NEDA Statistical Year Book of The Philippines

3. 交通

Cagayan川流域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。幹線道路のうち最も重要な日比友好道路である。

この道路は、南方（主としてManila）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している。

幹線交通路である日比友好道路は、ほぼCagayan Valleyに沿って走っており、数ヶ所で主要な氾濫原と交差している。

Existing Highway Kilometerages
(As of June 30, 1972)

Name of Province	Cagayan			Ifugao			
	Rank	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		49.16	45.75	44.91	-	-	-
Concrete		63.40	0.08	63.48	0.97	-	0.97
Misc. & Comb.		-	-	-	-	-	-
Total		485.05	995.88	1,480.93	282.93	224.59	507.52

Source: Department of Public Highways

Name of Province	Isabela			Nueva Vizcaya			
	Rank	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
Misc. & Comb.		-	-	-	70.36	-	70.36
Total		293.09	1,776.45	2,069.54	463.21	313.05	776.26

4. 洪水被害

Cagayan川流域における過去の年間平均洪水被害額はP 27 Millionで、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、台風、熱帯低気圧等による洪水被害額は、次のとおりである。

Flood Information

Year	Name of Cyclone	Date	Damages	Rainfall
1966	Klaring	May 11-22	P 1,400,000	Raxas City 310.7 mm
1967	Trining	Oct. 14-18	P 10,000,000	Aparri 273.1 mm
1968	Huaning	Aug. 17-20	P 200,000	Tuguegarao 178.7 mm
1968	Nitang	Sep. 24-29	P 150,000	Aparri 241.3 mm
1969	Elang	Jul. 24-27	P 350,000	Cagayan 222.5 mm
1970	Pitang	Sep. 8-12	P 8,700,000	Tuguegarao 22.2 mm
1973	Luming	Oct. 2-9	P 1,200,000	Tuguegarao 199.3 mm

Source: Bureau of Public Works, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration.

5. 開発計画

流域開発のPotentiality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、現に開発が営々と進められている。

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. 洪水予報対象地区

Cagayan川流域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、水文特性、洪水の来襲頻度等を考慮して今回の計画地域は、次の1~2地区を選定する。

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

つぎに洪水予報対象地区内の主要な資産について、統計資料にもとづいて推定すると、一般資産ならびに公共資産は以下のような結果を得る。

6-1 一般資産

(1) 建築構造物

Number of private building construction	Floor area (x10 ³ m ²)	Value (x10 ³ p)
100	40	4,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(2) 家財備品

Number of families (x10 ³)	Annual family income (p)	Value of household (x10 ³ P)
40	2,230	89,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

注) 家財備品として年一世帯当りの所得額と同等の資産額を有するものと仮定

(3) 製造業

Firms	Employment	Value of fixed asset (x10 ³ P)	Value of production (x10 ³ P)
20	800	1,000	13,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(4) 商業

	Number of establishments	Employment	Total gross receipts (x10 ³ P)
Wholesale gross receipts	30	300	17,000
Retail gross receipts	1,700	5,000	24,000
Total	1,730	5,300	41,000

Source of basic data: National Census and Statistics Office

(5) 養漁場

Area (ha)	Production (ton)	Value (x10 ³ p)
500	100	1,000

Source of basic data: Fisheries Statistics of the Philippines.

(6) 農作物

	Area (ha)	Production (x10 ³ p)	Value (x10 ³ p)
Palay	71,000	101,000	58,000
Corn	63,000	43,000	19,000
Sugarcane	-	-	-
Tabbaco	6,000	5,000	9,000
Coconut	-	-	-
Abaca	-	-	-
Others	2,000	19,000	26,000
Total	142,000	168,000	112,000

Source of basic data: National Food and Agriculture Council

(7) 家畜, 家禽

	Number	Value (x10 ³ p)
Carabao	41,000	17,000
Cattle	5,000	2,000
Swine	46,000	4,000
Horses	4,000	1,000
Goats	-	-
Chicken	303,000	1,000
Ducks	-	-
Total	399,000	25,000

Source of basic data: Bureau of Agricultural Economics

一般資産小計 : 285,000 x 10³ p (39,000 x 10³ US\$)

6-2 公共資産

(8) 道路および鉄道再建設費

National road kilometerages	Railway Kilometerages	Reconstruction value (x10 ³ p)
220	-	275,000

Source of basic data: Department of Public Highways
Philippines National Railways

(9) 学校再建設費

Number of private schools	Number of public schools	Reconstruction value (x10 ³ p)
30	250	20,000

Source of basic data: Department of Education and Culture
Educational Statistics
Bureau of Public Works

00 運輸業

Traffic volume	Average of fare	Value (x10 ³ p)
10,000 cars	100	1,000

Source of basic data: Department of Public Highway
National Census and Statistics Office

注) 運輸については営業車1台当りの平均運輸収入を資産額として仮定する。

公共資産額小計 : 285,000 x 10³ p (39,000 x 10³ US\$)

6-3 総資産額

	(x 10 ³ p)
(1) General property	285,000
(2) Public property	296,000
(3) Total (x10 ³ p)	581,000
Total (x10 ³ US\$)	79,000

注)

- 1) 洪水予報対象地区内の資産の算定にあたっては、Rrovinceおよびregionの統計値を人口比または面積比で求めた。
- 2) 生産量および資産額(生産額)1976年度の数値は、消費者物価の伸び率、生産量の伸び率等を参考にして求めた。関連資料は別冊附録に記載
- 3) ドル換算にあたっては、1.0\$ = 7.89 pを用いた。

Fig. 4-3 TARGET AREA

—CAGAYAN
RIVER BASIN—

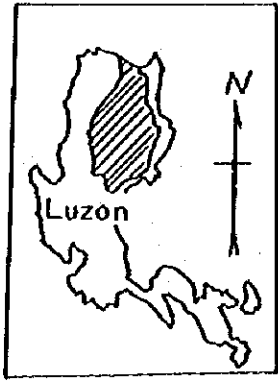
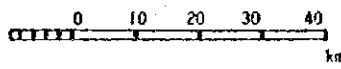
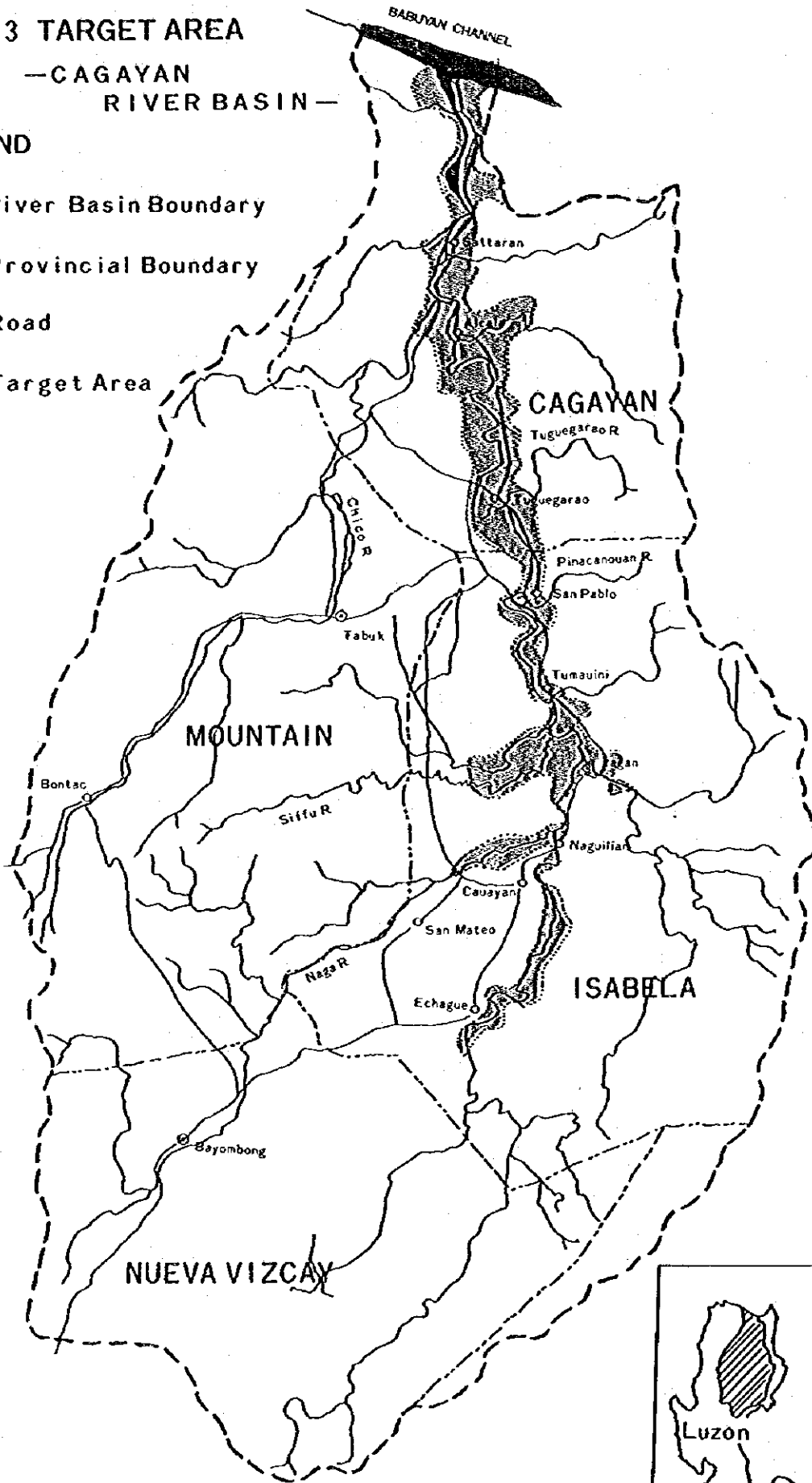
LEGEND

--- River Basin Boundary

- - - Provincial Boundary

— Road

Target Area



V 洪水予報

決定された予報地域に対して洪水予報を行なうに必要な水文観測所位置および予報地点を決定する。このうち伝達される水文情報から洪水を予測する手法を検討し、さらに既往の洪水資料を用いて洪水予測手法の妥当性および洪水予測精度をチェックする。

なお、既存の洪水資料が日単位であることから、洪水予測手法および洪水予測精度の解析は日単位でおこなった。洪水予報システム設置後は洪水の情報が時間単位で入手可能となることから、時間単位で洪水予測を必要とする河川については時間単位の洪水資料による洪水予測手法のチェックが行なわなければならない。

§ 1. Agno 川

1. 水位および雨量

1-1 既設水文観測所

Agno 川流域における重要な水位・雨量観測所は Fig 5-1 に示すように流域全体に配置されている。雨量観測所のうちその殆んどは観測開始が 1974~1975 年である。水位観測所のうち Tibag 観測所は 1969 年洪水により流失し、その後観測はおこなわれていない。

1-2 降雨資料

最近 10 年(1967~1976 年)において Agno 川流域内に洪水をもたらしたと思われる降雨について資料を収集整理した。

収集整理した降雨資料から降雨波形図を作成し別冊に記載した。

1-3 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,

Carmen, Rosales

Tibag,

Wawa,

Bañaga

さらに、Agno 川右岸は、河川の改修にともなって内水域地区となったが、主要都市である Dagupan の洪水防除のため、Sta. Barbara 地点についても選出した。

なお Bañaga には実測資料がないので Baay-West の資料を採用した。

各水位観測所の水位資料から水位波形を作成し別冊に記載した。Table-5-2 は各水位観測所の各年最高水位である。

Fig. 5-1. LOCATION MAP OF RAINFALL AND WATER-STAGE GAGING STATIONS IN AGNO RIVER BASIN

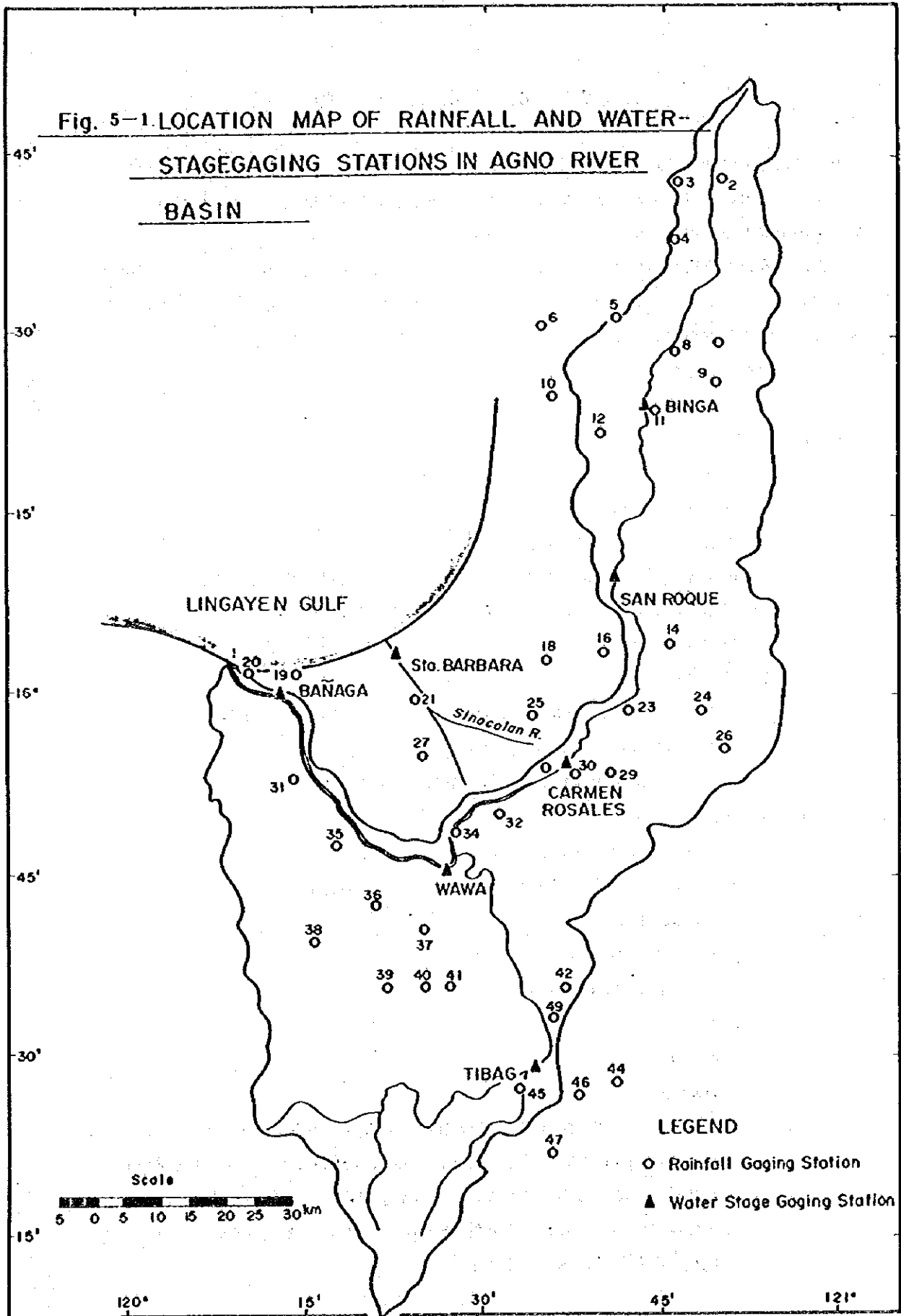


Table Location of Rainfall Gauging Station

Agno River Basin

No	Name of Stations	Location		Type of Ins	Date Established	Managed by	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
		Latitude	Longitude															
			Elevation in meters															
1	Mt. Data, Mankayan, Benguet	16°52'00"	120°47'00"	OC	Jan. 1966	CM								Δ	○			
2	Buguis Agno river, Benguet	16°43'20"	120°49'40"	OC	1950	CM	○											
3	Km. 50, Benguet	16°43'00"	120°46'00"	OC	Jan. 1968	CM		X										
4	Adaoay, Kabayan, Benguet	16°38'10"	120°45'40"	OC	1950	CM	○	○					Δ	○	○	○	○	Δ
5	Tubevo, Atok, Benguet	16°31'30"	120°41'00"	OC	1950	CM	○	X										○
6	Savangan, Atok, Benguet	16°31'20"	120°34'20"	OC	1971	CM												○
7	Karao, Bokod, Benguet	16°29'40"	120°49'40"	OC	1971	CM												○
8	Ambuklao, Bukud, Benguet	16°28'50"	120°45'40"	OC	1949	CM												○
9	Bobok gauge #5, Benguet	16°26'30"	120°29'30"	OC	1950	CM												○
10	Baguio City, Benguet	16°26'30"	120°29'30"	RG/OG	1902-39; 1947	MGSD												○
11	Bifka HE plant, Itogan, Benguet	16°24'00"	120°44'00"	OG	1957	CM	○	○					Δ	○	○	○	○	○
12	Balatoc mines, Itozan, Benguet	16°22'00"	120°39'00"	OC	1947	CM	○	○										○
13	Agno, Pangasinan	16°07'00"	119°48'50"	OC	1972	CM												○
14	San Nicolas, Pangasinan	16°04'00"	120°45'45"	RG/OG	Spet. 1974	HM												○
15	Mabini, Pangasinan	16°04'10"	119°36'30"	OC	1947	CM												○
16	San Manuel, Pangasinan	16°04'00"	120°40'00"	RG/OG	July, 1974	CM												○
17	Dagupan City, Pangasinan	16°03'00"	120°20'00"	2	1902-39; 1947	MGSD												○
18	Rinalonan, Pangasinan	16°03'00"	120°35'20"	37	1972	CM												○
19	Matalava, Pangasinan	16°02'00"	120°14'00"	2	RG/OG Feb. 1971	HM												○
20	Labrador, Pangasinan	16°01'42"	120°08'30"	RG/OG	July, 1974	HM												○
21	Sta. Barbara, Pangasinan	15°59'47"	120°24'10"	17	RG/OG July, 1974	HM												○
22	Daso, Pangasinan	15°59'30"	119°52'48"	RG/OG	Dec. 1974	HM												○
23	Sta. Maria, Pangasinan	15°59'11"	120°42'13"	RG/OG	July, 1974	HM												○
24	San Quintin, Pangasinan	15°59'00"	120°48'38"	95	RG/OG July, 1974	HM												○
25	Urdaneta, Pangasinan	15°58'30"	120°34'10"	24	RG/OG July, 1974	HM												○
26	Uningan, Pangasinan	15°55'37"	120°50'13"	128	RG/OG July, 1974	HM												○
27	Malasique, Pangasinan	15°55'17"	120°24'43"	45	RG/OG July, 1974	HM												○
28	Villasis, Pangasinan	15°54'15"	120°35'05"	21	RG/OG July, 1974	HM												○
29	Balungao, Pangasinan	15°54'00"	120°40'20"	50	OG 1971	CM												○
30	Rosales, Pangasinan	15°53'36"	120°37'42"	27	RG/OG Apr. 1969	HM												○
31	Aguilar, Pangasinan	15°53'22"	120°14'15"	RG/OG	July, 1974	HM												○
32	Alcala, Pangasinan	15°50'40"	120°31'22"	19	RG/OG July, 1974	HM												○
33	Intanta, Pangasinan	15°49'36"	119°54'18"	RG/OG	Dec. 1974	HM												○
34	Bayambang, Pangasinan	15°48'42"	120°27'08"	13	RG/OG July, 1974	HM												○
35	Makatarem, Pangasinan	15°47'30"	120°17'30"	RG/OG	July, 1974	HM												○
36	Catsudugan, San Clemente, Tarlac	15°43'00"	120°21'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
37	Surgui let Camiling, Tarlac	15°41'00"	120°25'00"	RG/OG	May, 1970	HM												○
38	Auoling, Camiling, Tarlac	15°40'00"	120°15'30"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
39	Mayantoc, Tarlac	15°36'20"	120°21'50"	50	OG 1974	CM												○
40	Canamogan, Sta. Ignacia, Tarlac	15°36'00"	120°25'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
41	Nambalan, Mayantoc, Tarlac	15°36'00"	120°27'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
42	Macapitay, Ceroda, Tarlac	15°36'00"	120°37'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
43	San Jaunto, Victoria, Tarlac	15°33'00"	120°36'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
44	Amucao, Tarlac	15°28'00"	120°41'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○
45	Carangan Damite, Tarlac	15°27'30"	120°33'00"	RG/OG	Jan. 1975	HM-NIA												○

Legend

○ : Collected data
X : No data

Table 5-2 Maximum Water Gage Height

The Agno River Basin

Unit: (m)
() Discharge(m³/s)

Sta- tion Year	BINGA DAM	SAN ROQUE		CARMEN ROSALES		WAMA	BANAGA (BAAY-WEST)		TIBAG	STA. BARBARA		BAYAMBANG		
		Date	Value	Date	Value		Date	Value		Date	Value	Date	Value	
1966		May 20	(3694) 7.99	May 20	(2404) 26.60	—	Sept. 13	3.24	Sept. 27	(481) 2.88	May 21	(153) 5.33	May 21	(840) 16.25
67		Oct. 18	(1182)	Oct. 17	(3855) 27.60	Oct. 19	Aug. 19	3.20	July 30	(499) 2.76	Oct. 18	(154) 5.34	Oct. 18	(1229) 16.85
68		Sep. 29	(4350) 8.40	Sep. 28	(2764) 26.48	Aug. 31	Aug. 31	3.36	June 6	(29) 1.46	Aug.	(156) 5.40	Aug. 29	(1251) 16.88
69		July 29	(2158) 7.30	July 28	(1658) 25.33	Aug. 7	Aug. 8	2.93	—	—	Aug. 6	(148) 5.20	Aug. 7	(521) 15.50
70		Oct. 15	(550) 5.90	Sep. 12	(1545) 25.18	Sep. 2	Sep. 11	2.84	—	—	Sep. 12	(133) 5.36	Sep. 12	(649) 75.85
71		Aug. 14	(863) 6.99	Oct. 11	(2307) 26.17	—	July	3.20	—	—	July 21	(131) 5.30	Oct. 11	(772) 16.12
72		July 18	(1611) 9.19	July 29	(3413) 27.25	July 19	July 17	3.98	—	—	July 19	(135) 5.44	July 19	(2425) 18.29
73		Oct. 8	(455) 5.79	Oct. 8	(1270) 24.80	Oct. 17	Aug. 27	2.98	—	—	Oct. 9	(137) 5.48	Oct. 9	(460) 18.29
74		July 23	(390) 5.60	Oct. 17	(2436) 26.33	Oct. 18	Aug. 17	3.80	—	—	Oct. 20	(125) 5.14	Oct. 29	(1929) 12.50
75				Sep. 18	695 23.90	Oct. 24	Aug. 17	2.96					Jan. 17	(31) 12.86
76		(June)		(May 25	26.99	(May 26	14.22)						(May)

2. 洪水到達時間

流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。

洪水到達時間

河道区間	距離	勾配	洪水移動速度	洪水到達時間
Binga Dam～ San Roque	50 Km	$\frac{1}{100}$	5.0 m/s	3 hr
San Roque～ Carmen	50	$\frac{1}{600}$	3.0	5
Carmen～ Wawa	45	$\frac{1}{3500}$	1.5	8
Tibag～Wawa	50	$\frac{1}{1500}$	1.3	11
Wawa～Banaga	70	$\frac{1}{20000}$	1.0	19

3. 流域分割

3-1 流域分割

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

流域の地形特性、気象水文特性、洪水の来襲頻度および、現在までの水文観測結果にもとづく、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4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 Lingayen 地域
- ・ Dugupan 地域

3-2 洪水予報地点

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
- ・ Carmen Rosales
- ・ Tibag
- ・ Wawa
- ・ Sta Barbara

4. テレメーター観測所の設定

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、流量観測所については、平常時、および、洪水時の流量観測をおこなって、H～Q曲線図を作成し、入力された水位から流量に変換する。

Agno River Basin: List of Gaging Station

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
1.	Binga Dam	Downstream of Binga Dam: around the office	Agno R.	Newly constructed Rainfall, water level
2.	San Roque	Right Abutment of Agno Irrigation System Intake	Agno R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
3.	Carmen	On the right bank of the Plaridal Bridge	Agno R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
4.	Wawa	On the right bank of the Bridge under construction	Agno R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
5.	Tibag	On the left bank of Bridge	Tarlac R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
6.	Sta. Barbara	On the left bank of Maramba Bridge	Sinocolan R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
7.	Bañaga	On the left bank of Padilla Bridge	Agno R.	Newly constructed Rainfall, water level,
8.	Bamban	On the hill near Bamban overhead Bridge	Tarlac R.	In future Rainfall

5. 洪水追跡モデル

前記の流域分割の結果をもとに洪水予報のための洪水追跡モデルを検討した。

Agno川の洪水予報は流量による予報が主体となるため、Fig 5-3の如くタンク・モデル法による洪水追跡モデルを作成した。

**Fig. 5-2 LOCATION MAP OF TELEMETERING
STATION IN AGNO RIVER BASIN**

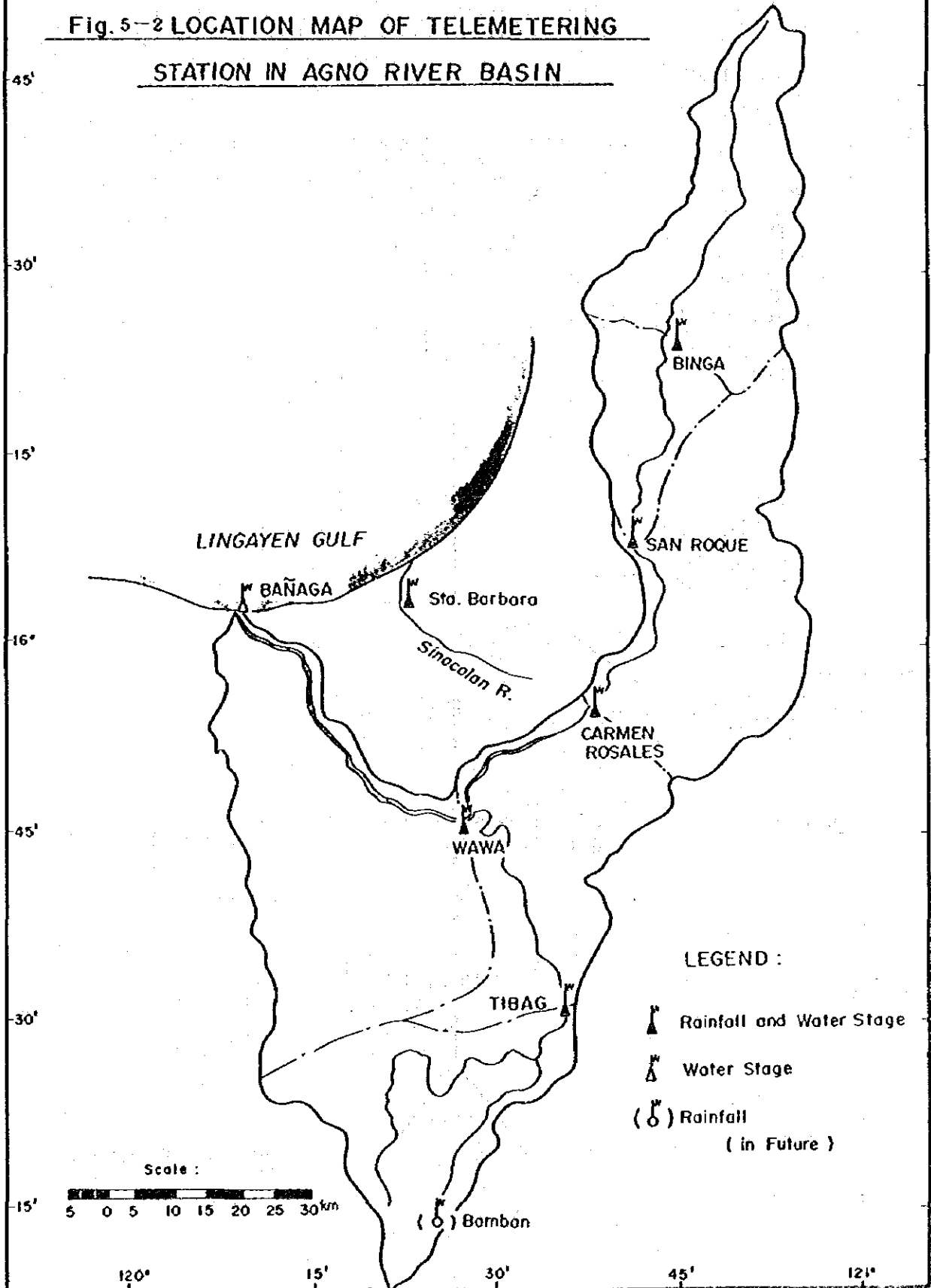
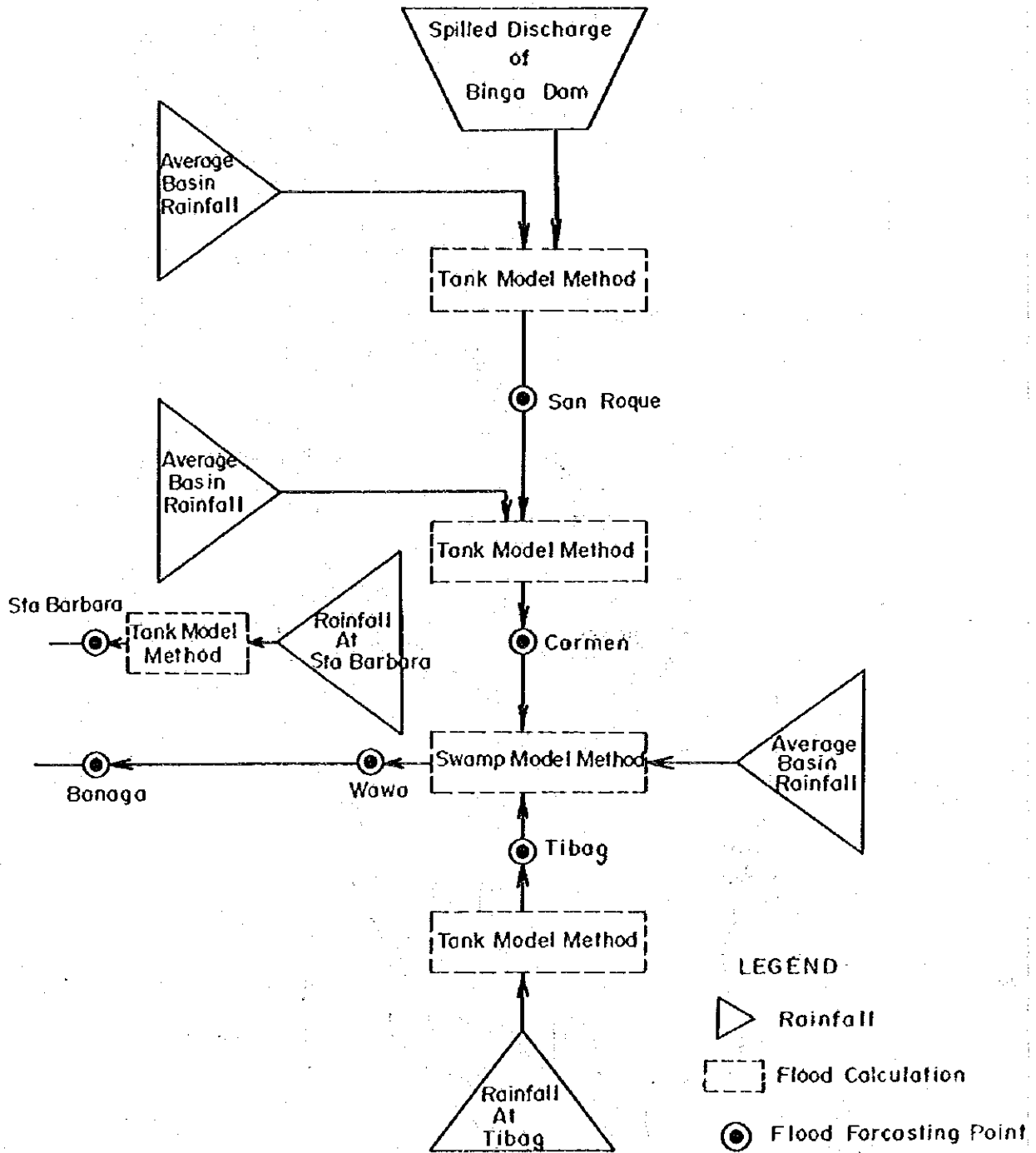


Fig.5-3 FLOOD FORECASTING MODEL

THE AGNO RIVER BASIN

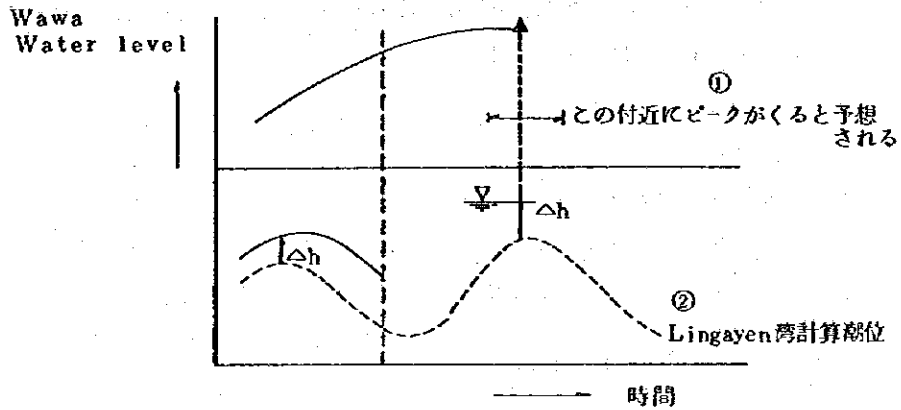


6. 高潮モデル

Bañagaの予測は、出水時におけるものと、高潮予測の2法から検討される。

(1) 出水時

Bañaga水位は、河川水の影響をうけるので、Lingayen湾の計算潮位と、かなりの差が生じよう。従って、実測水位との差によって補正する。



(2) 高潮時

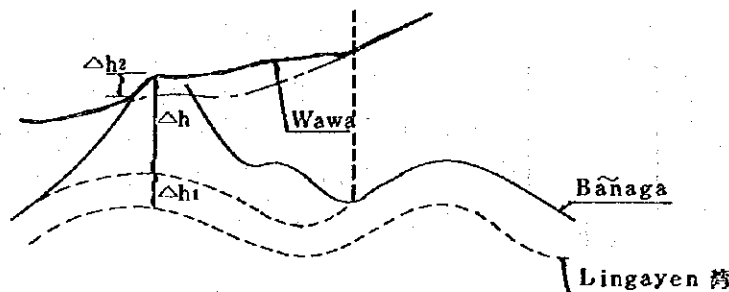
Lingayen 湾における高潮の計算式を下のようにする

$$\Delta h = a(1.013 - P) + b \cdot V^2$$

P : 気圧 (mb)

V : 風速 (m/s)

- 1) 台風進路, 最大風速, 最低気圧の予測
既往資料より予測
- 2) 最大偏差の予測



Δh_2 : 出水により高くなる水位

Δh : 偏差

Δh_2 : Bānaga と Wawa との水位差

Δh_2 : (Wawa W.L.) - (Bānaga 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 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. が近くの観測所で入手した値を利用する。

7. 洪水予報の手法

7-1 San Roque 地点

(1) 流域平均雨量

Binga ダム雨量 (R_1) と San Roque 雨量 (R_2) の算術平均法とする。

$$R = R_1 + R_2$$

(2) Binga ダム放流量

なお Binga ダム放流量を下式により放流高 (RBd) に変換する。

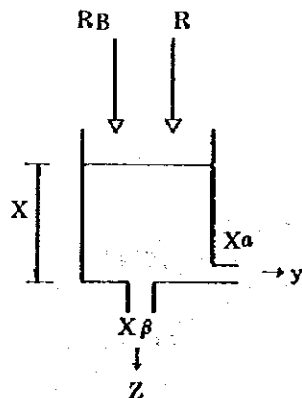
$$RBd = \frac{QBd \times 86.4}{A_s}$$

ここに QBd : Binga ダム放流量 (m^3/s)

A_s : Binga ダム ~ San Roque 間の流域面積

$$1225 - 936 = 289 \text{ km}^2$$

(3) Tank Model method (タンクモデル法)



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 ($R + RBd$) $_n$ 、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。

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

$$\text{浸透高 } Z_n = \beta \cdot X_n$$

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

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 $X_{n'}$ 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 $(R+RB_d)_{n+1}$ が加わって、時点 $(n+1)$ における貯留高 X_{n+1} になる。

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

なお、タンクモデル法においては、河道における洪水到達時間が入っていないので、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。洪水到達時間は、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、計算流量と実測流量の比から修正係数 F を算出し、流域平均雨量に乘じる。

7-2 Carmen 地点

(1) 流域平均雨量

San Roque 雨量 (R_1) と Carmen 雨量 (R_2) の算術平均法により、流域平均雨量 (R) を算定する。

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

(2) San Roque 流出高

San Roque 地点流量 (Q_{sd}) を下式により流出高 (R_{sd}) に変換する。

$$R_{sd} = \frac{Q_{sd} \times 86.4}{A_c}$$

ここに A_c : San Roque ~ Carmen 間の流域面積 2,209 (km^2)

(3) タンクモデル法

計算方法は、San Roque 地点と同様である。

$$Q_n = \frac{Y_n \times A_c}{86.4}$$

Y_n : San Roque 地点の流出高

(4) 定数解析および実測値との整合

San Roque と同様である。

7-3 Tibag 地点

(1) 流域平均雨量(日雨量)

Tibag (R₁) の雨量を代表させる。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) タンクモデル法

San Roque, と同様である。

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

A₄ : Tibag, 地点の流域面積 (Km²) 872 Km²

(3) 定数解析および、実測値との整合

San Roque, と同様

7-4 Wawa 地点

(1) 流域平均雨量(日雨量)

Tibag, 雨量 (R₁) と、Carmen 雨量 (R₂), および Wawa, 雨量 (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)

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

A_z : 残流域面積 (Km²)

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

(3) 流入量 (Q)

Q_T : Tibag, 流出量 (m³/s)

Q_C : Carmen, 流出量 (m³/s)

Q_z : 残流域流出量 (m³/s)

(4) 洪水調節計算

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ても大した誤差がない程度に 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

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

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

となり、

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

ここで、 O_n の値は、

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

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、

$$O = AH^2 + BH + C \quad \text{なるモデル式により、最小自乗法で算出しておく。}$$

7-5 Sta. Barbara 地点

(1) 流域平均雨量

Sta. Barbara 雨量 (R) を代表させる。

(2) 流入量

$$Q = R \times A_5 / 86.4 \quad (m^3/s)$$

A_5 : Daguban 川流域面積 (Km^2) 180 Km^2

(3) 洪水調節計算

Wawaの方法と同様とする。

但し、放流量(Q)は、次式より推定する。

$$Q = C \cdot \sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad H_1 = H_{1n-1} + \Delta h$$
$$\Delta h = Q/A \times 10^6$$

H₁ : 洪水地区水位W.L.

A : Dagupan川洪水面積(Km²)

H₂ : Lingayen湾の計算潮位

しかし、下流潮位の影響が無視でき、かつ流量観測が可能な場合には、タンクモデル法を採用する必要があるかもしれない。

8. 計算モデルの検証

8-1 Bãnaga地点における高潮モデルの検証

最近の著名台風時におけるDagupan市の最高風速、最低気圧とBãnaga地点日平均水位を比較した結果、高潮の生起は認められなかった。

Bãnagaテレメータ観測所設置後においては時間単位による水位資料によって精度の良い解析が必要であろう。

なお、Bãnaga地点の水位としては既設近傍観測所であるBaay-westの資料を採用した。

Fig 5-4-1 WIND VELOCITY, ATMOSPHERIC PRESSURE AND WATER STAGE
Bañoga (1)

○ --- Wind velocity
● --- Atmospheric pressure
△ --- Water stage

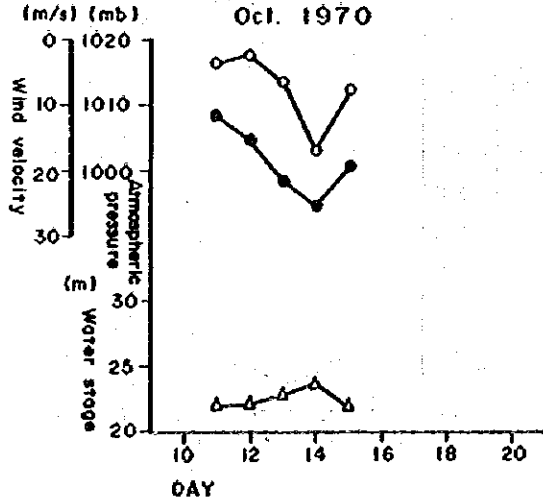
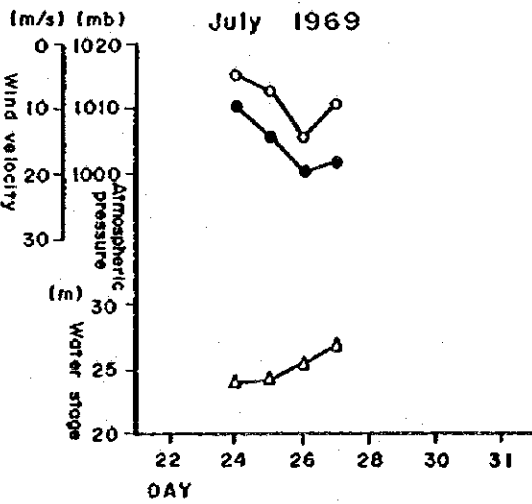
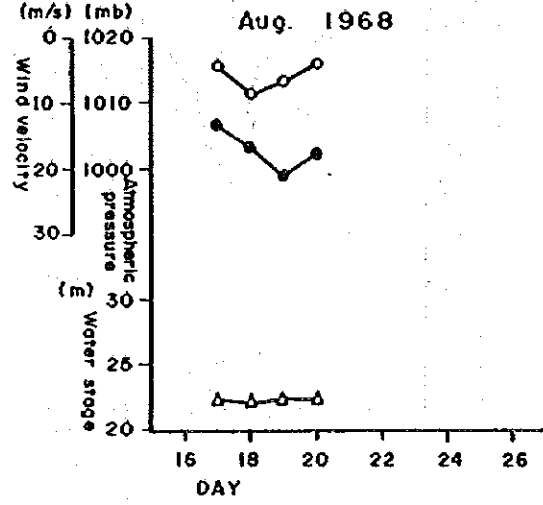
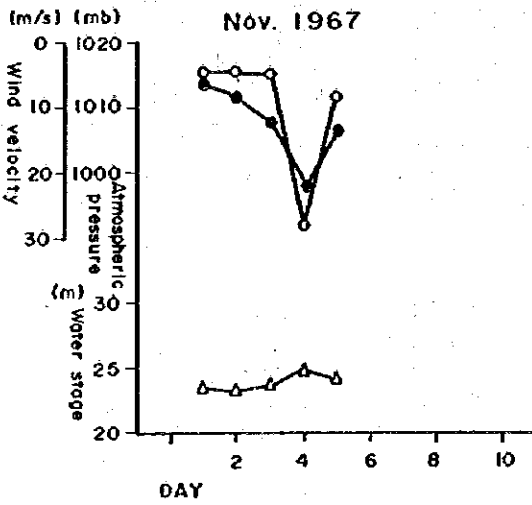
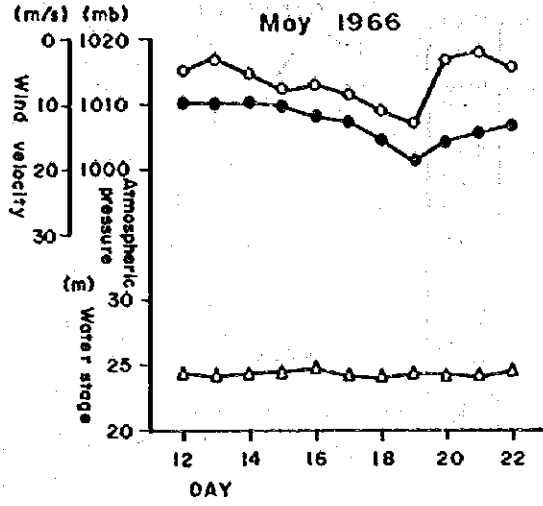
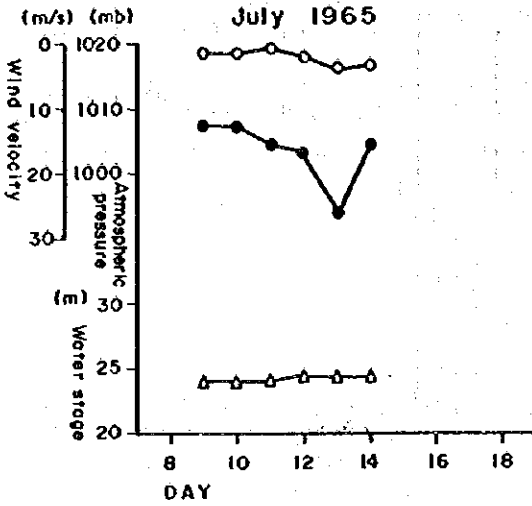
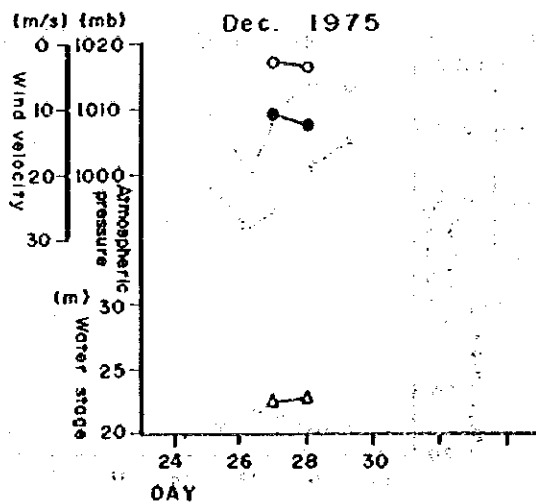
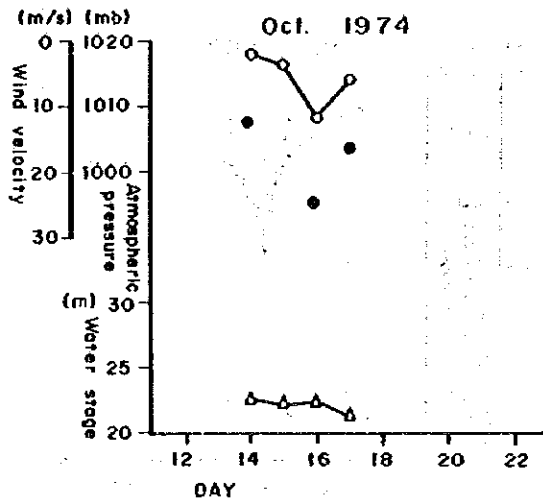
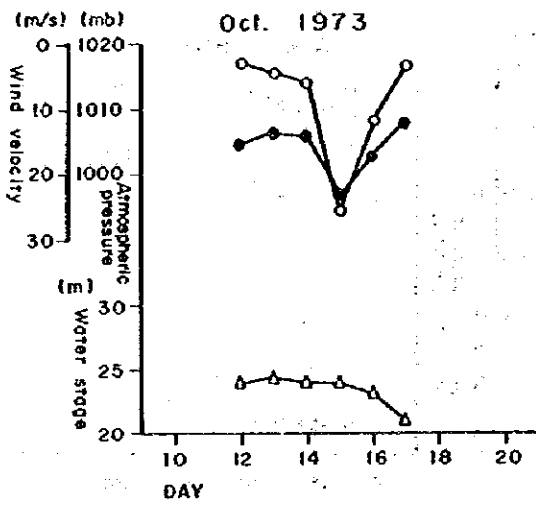
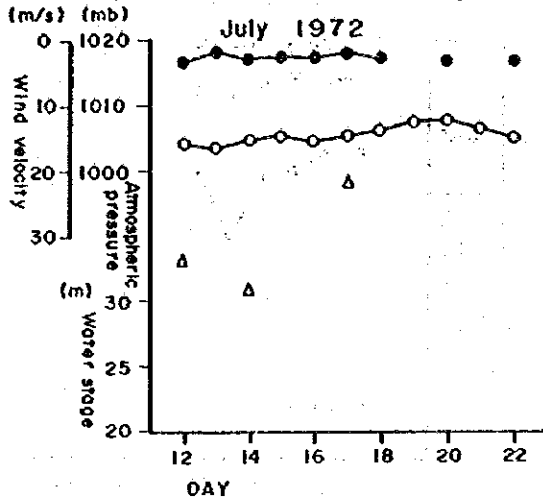
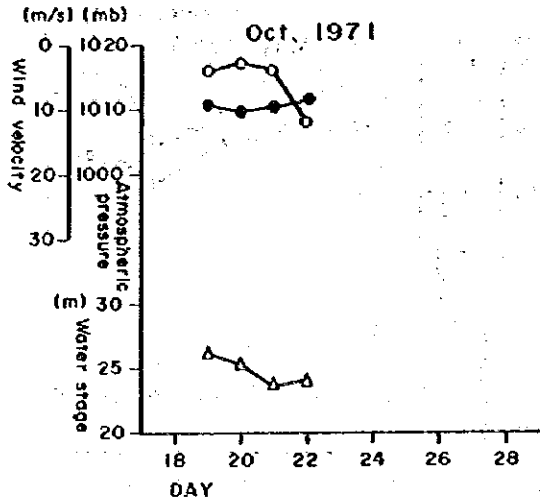


Fig. 5-4-2 WIND VELOCITY, ATMOSPHERIC PRESSURE AND WATER STAGE

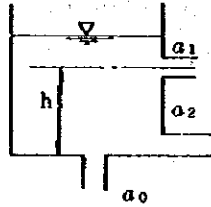
Bañago (2)

○ --- Wind velocity
 ● --- Atmospheric pressure
 Δ --- Water stage



8-2 タンクモデル解析

既往洪水資料による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。



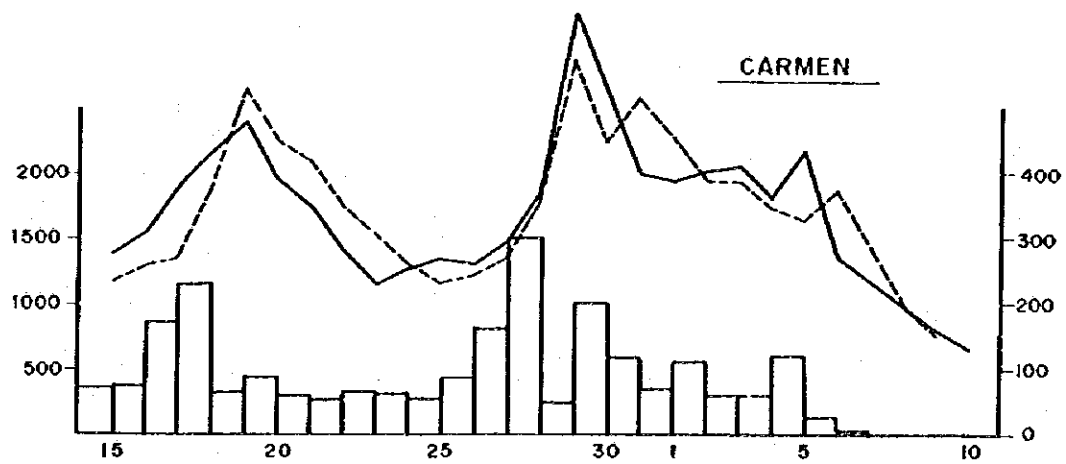
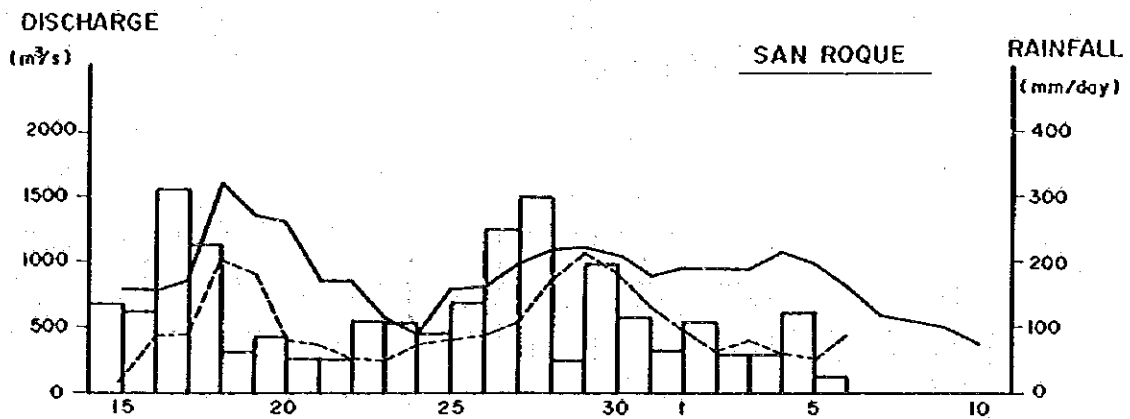
予報地点のタンクモデル定数

予報地点	a_0	a_1	a_2	h	摘 要
San Roque	0.0	0.50	0.10	50	
Carmen	0.05	0.30	0.10	70	
Tibag	-	-	-	-	流量雨量資料不備のため解析不可能
Sta Barbara	-	-	-	-	同 上

8-3 水位相関による解析

タンクモデルの検証のための十分な雨量資料および流量資料が得られなかったため、水位相関法による洪水予測計算をおこなった。Fig 5-6~8は各水位観測所の水位相関図を示したもので、Fig 5-9~10はこの相関図から水位波形を推定したものである。

Fig. 5-5 OBSERVED AND CALCULATED RUNOFF AT AGNORIVER
 (TANK MODEL METHOD)
 July Aug 1972



— OBSERVED
 - - - CALCULATED

Fig. 5--6 CORRELATION BETWEEN SPILLED DISCHARGE OF BINGA DAM AND SAN ROQUE GAGE HEIGHTS

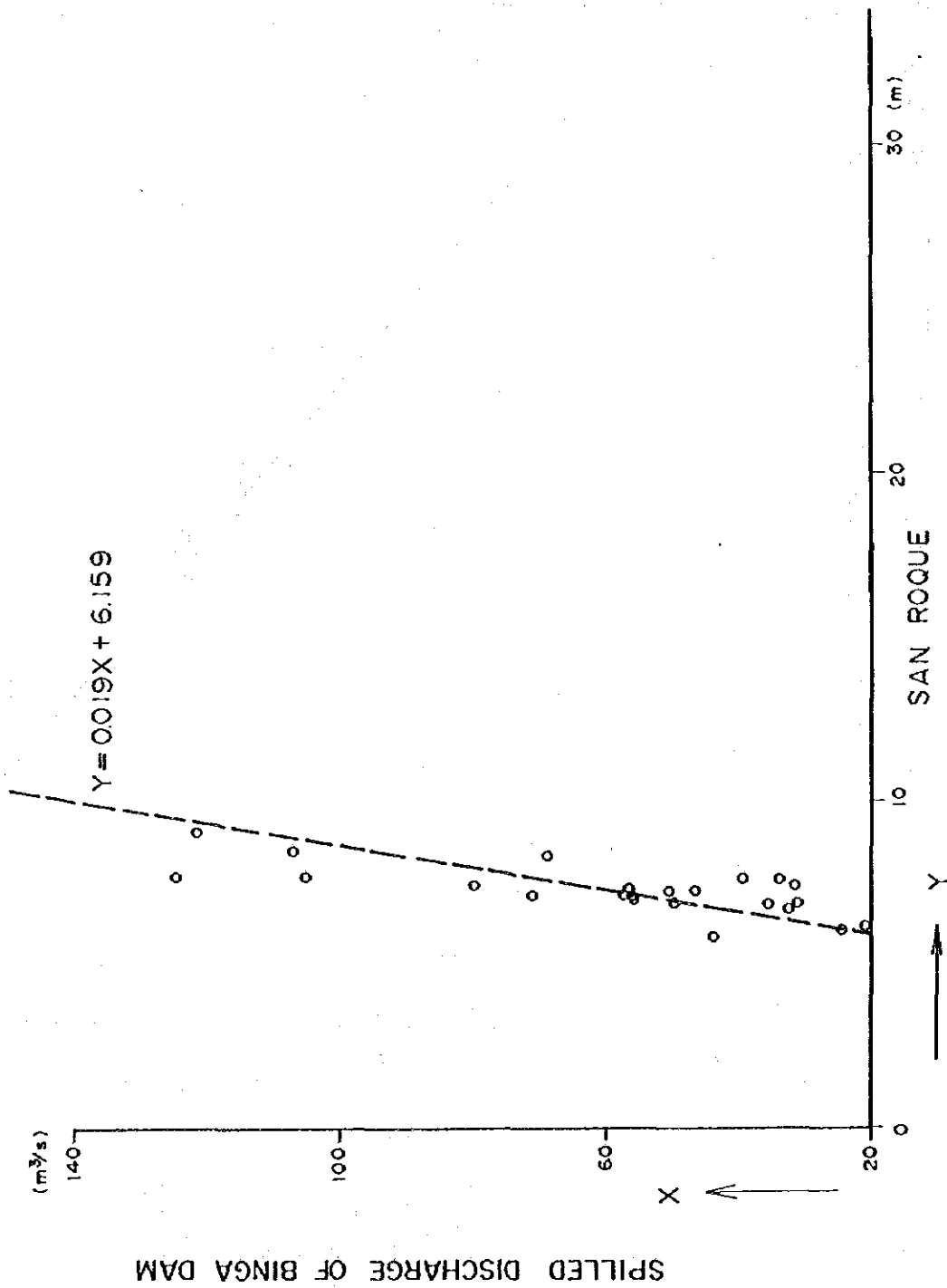


Fig. 5-7 CORRELATION BETWEEN GAGE HEIGHTS
AT SAN ROQUE AND CARMEN

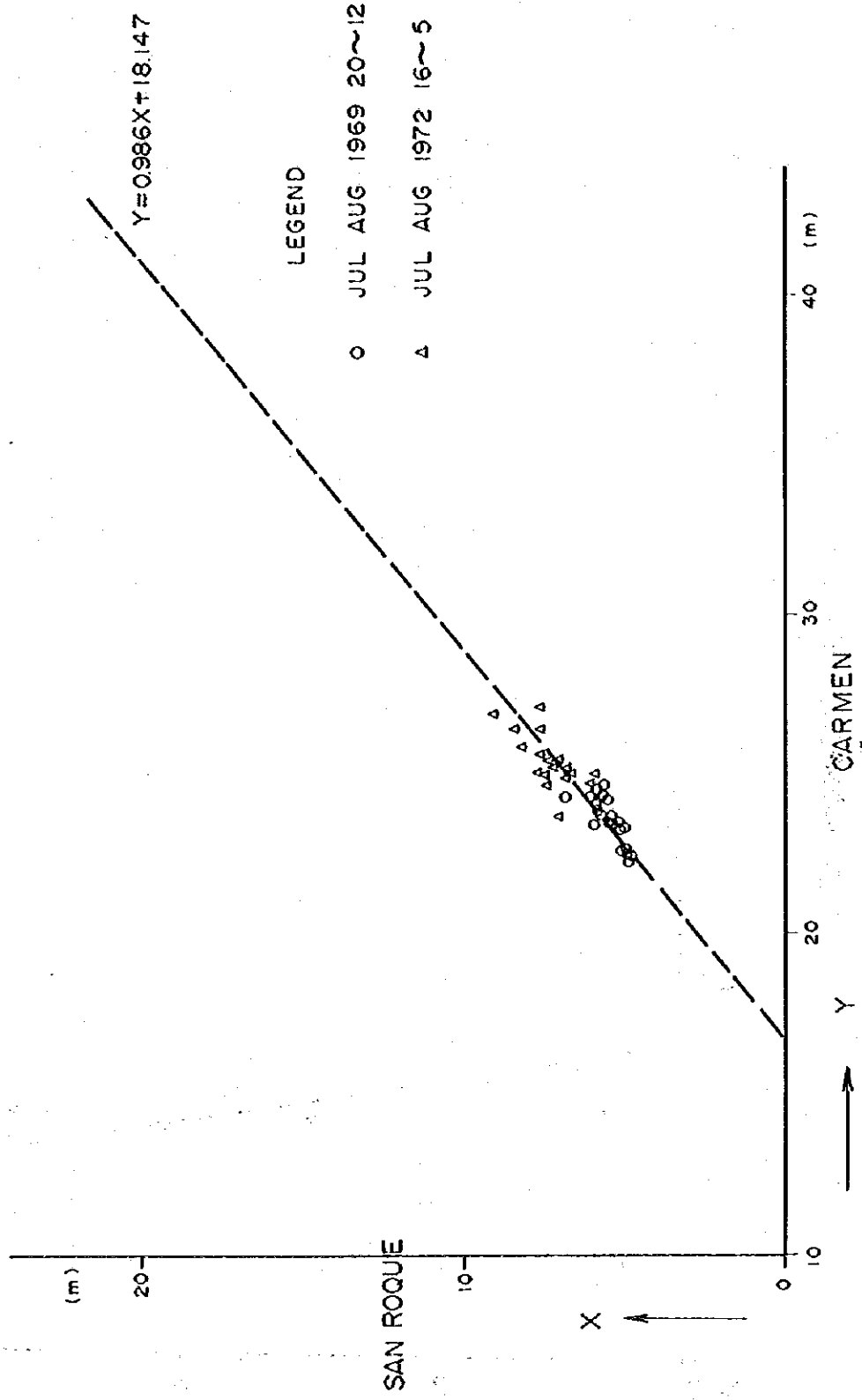


Fig. 5-6 CORRELATION BETWEEN GAGE HEIGHTS
AT CARMEN AND WAWA

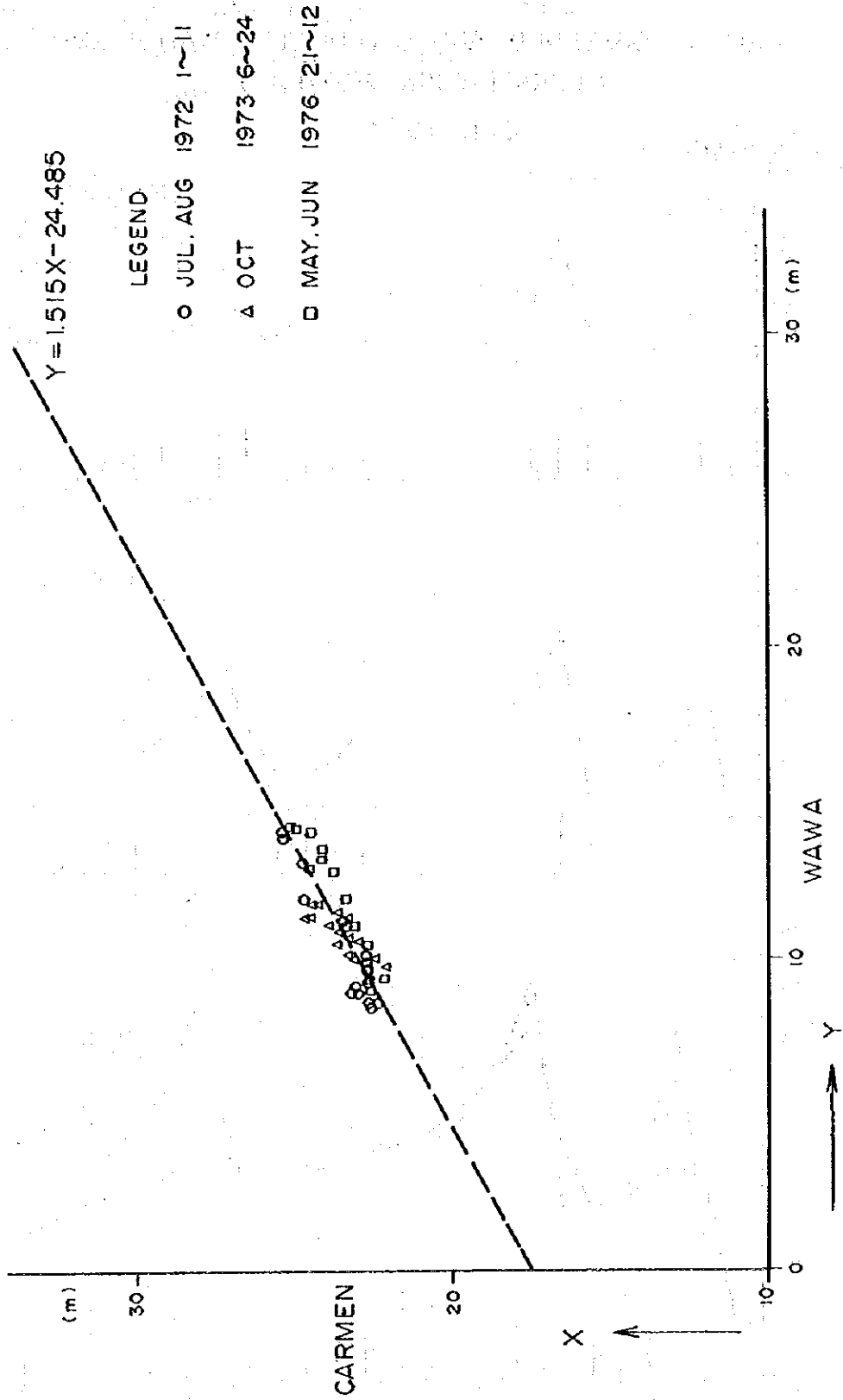


Fig 5-9 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
(CORRELATION METHOD)

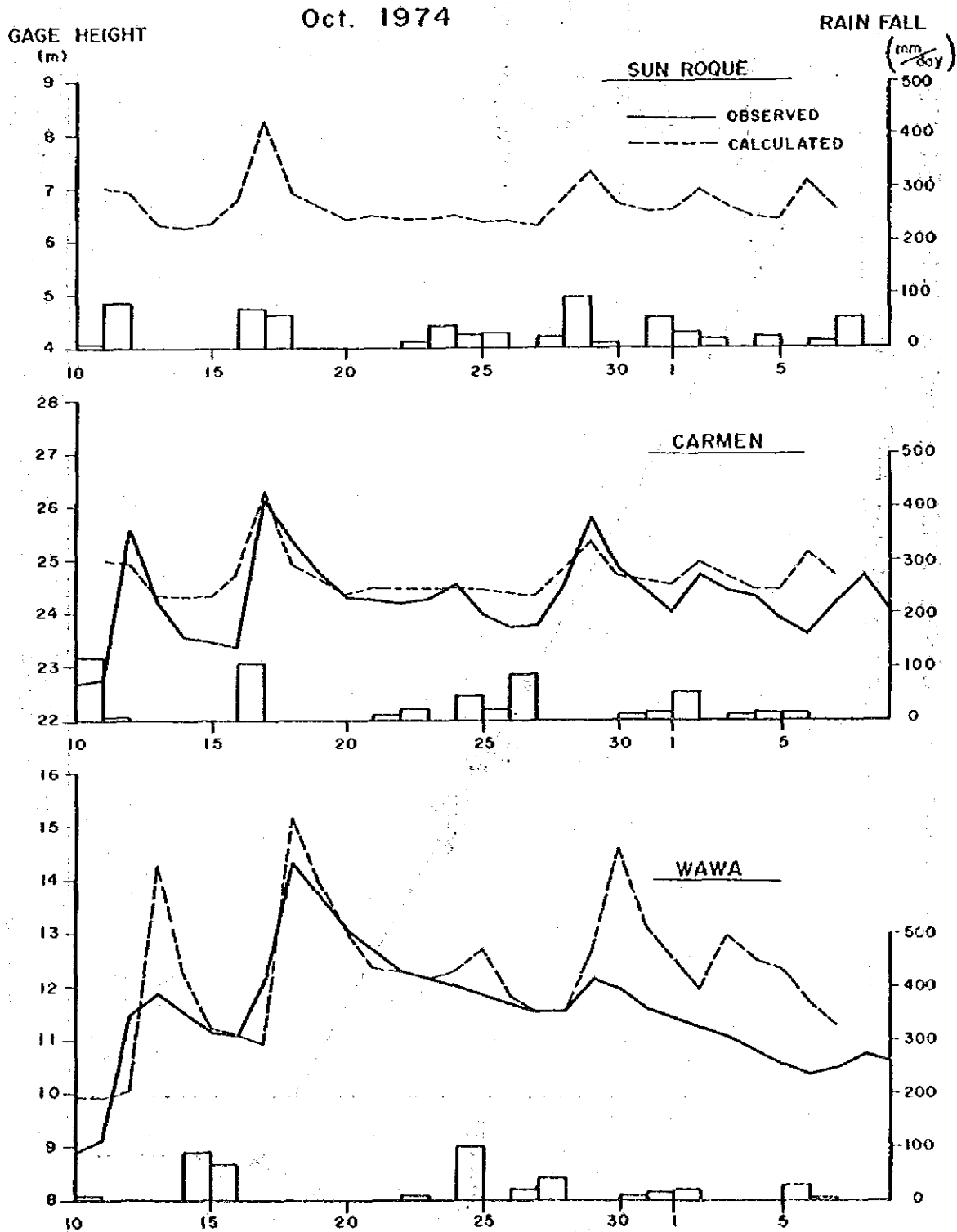
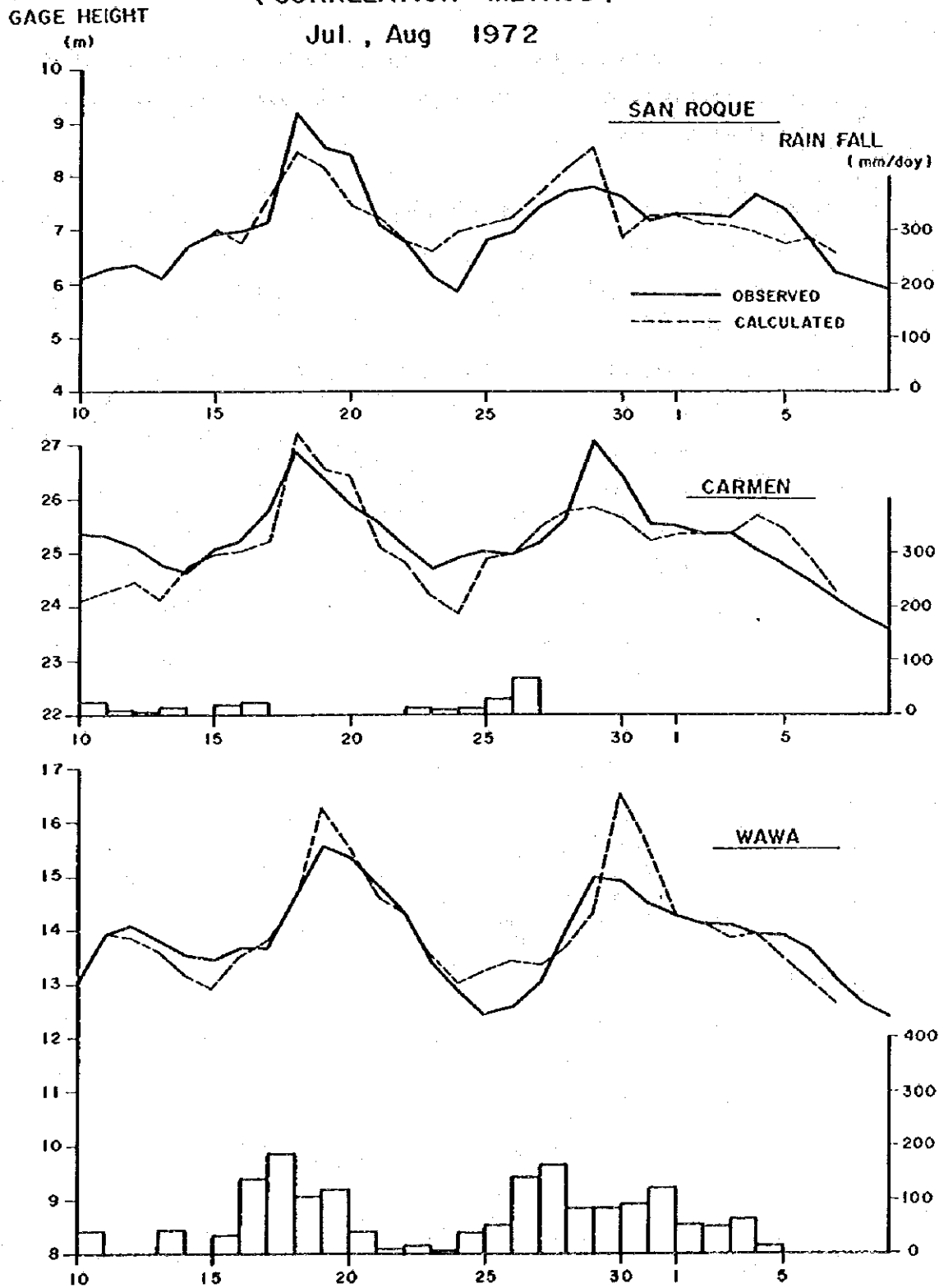


Fig. 5-10 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
(CORRELATION METHOD)



§ 2. Bicol 川

1. 水位および雨量

1-1 既設水文観測所

Bicol 川流域における主要な水位、雨量観測所は Fig 5-11 に示すように流域全体に配置されているが、雨量観測所のうちそのうちの殆んどは観測開始が1975年以後である。

1-2 雨量資料

最近10ヶ年間(1967~1976年)においてBicol 川流域内に洪水をもたらしたと思われる降雨について資料を収集整理した。

収集整理した降雨資料から降雨波形図を作成し別冊に記載した。

1-3 水位資料

下記に示す水位観測所について主要主水の水位資料を収集整理した。

Bato

Ombao

Camaligan

Sipocot

Barongay

各水位観測所の水位資料から水位波形を作成し別冊に記載した。Table 5-4は各水位観測所の各年最高水位である。

Fig. 5-11 LOCATION MAP OF RAINFALL AND WATERSTAGE GAGING STATION IN BICOL RIVER BASIN

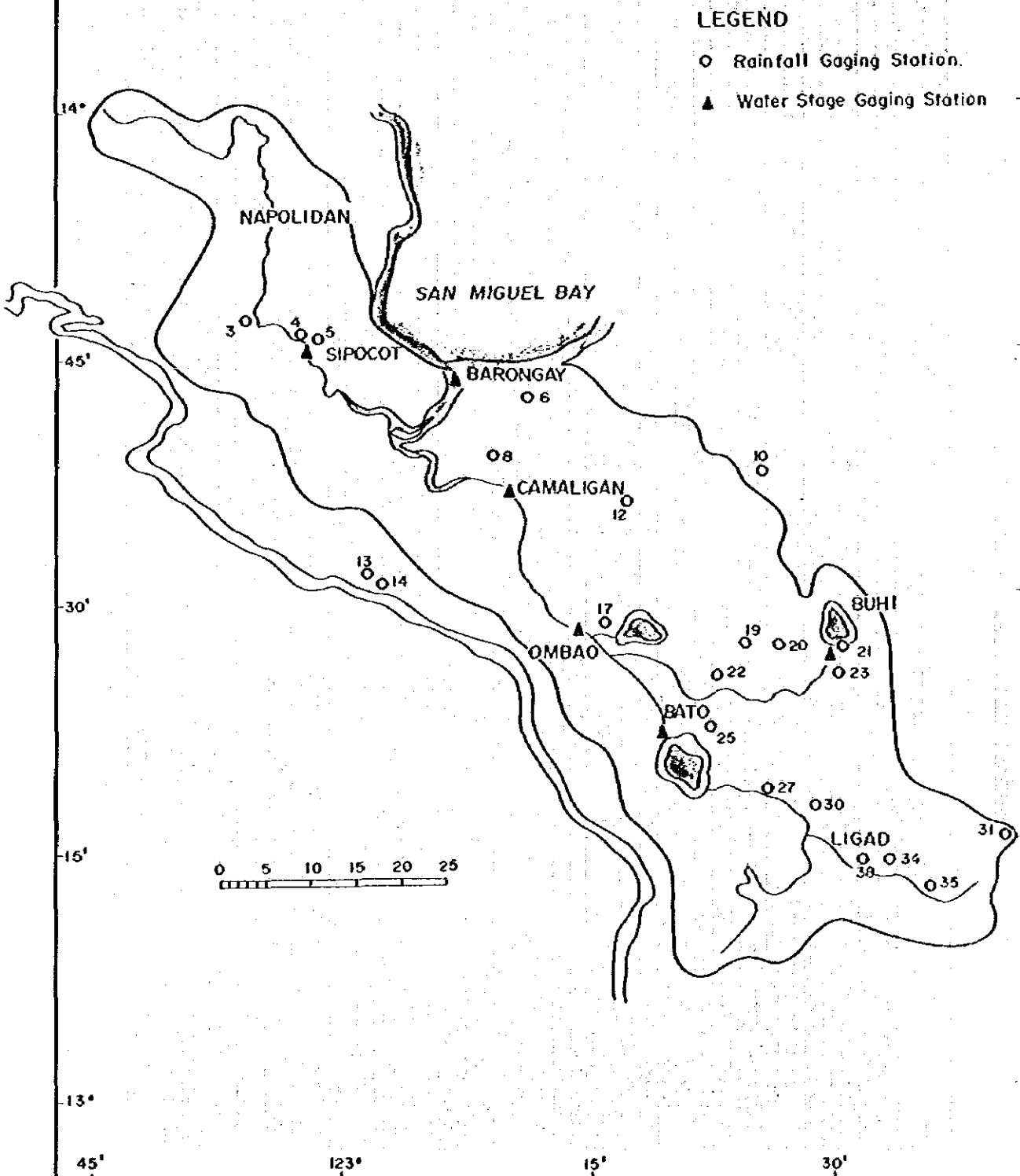


Table 5-3 Location of Rainfall Gaging Station
Bicol River Basin

No	Name of Stations	Location		Type of Ins	Date Established	Managed by	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
		Latitude	Longitude														
1	Daet, Camarines Norte	14°08'00"	122°59'00"	4	1948	MGSD											
2	Caraoan, Camarines Sur	13°47'20"	123°52'00"	10	1972	CM											
3	Napolidan, Lupi, Cam. Sur	13°47'12"	122°55'00"		May, 1976	HM-NIA											
4	Sipocot, Cam. Sur	13°46'10"	122°58'30"	18	1969	CM											
5	Impiga, Sipocot, Cam. Sur	13°46'00"	122°59'00"		May, 1976	HM-NIA											
6	Inarihan, Calabanga, Cam. Sur	13°42'30"	123°12'00"		June, 1976	HM-NIA											
7	San Juan, Libmanan, Cam. Sur	13°41'42"	123°03'00"		Sept. 1976	HM-NIA											
8	Baras, Caraman, Cam. Sur	13°38'48"	123°10'00"		May, 1976	HM-NIA											
9	Tigaon, Camarines Sur	13°38'00"	123°30'06"		May, 1976	HM-NIA											
10	Consocep, Ocampo, Cam. Sur	13°37'42"	123°25'30"	200	May, 1976	HM-NIA											
11	NIA Compound, Naga City	13°37'30"	123°11'00"		May, 1976	HM-NIA											
12	(CSAG)Pili, Camarines, Sur	13°36'00"	123°18'00"		Aug. 1976	AM											
13	Pasacao, Camarines, Sur	13°31'30"	123°02'20"	15	1969	CM											
14	Caraman, Pasacao	13°31'00"	123°03'00"		May, 1976	HM-NIA											
15	Joroan, Iwi, Albay	13°29'30"	123°37'00"	14	1947	CM											
16	Naglabong, Iwi, Albay	13°28'30"	123°39'20"	52	1971	CM											
17	San Ramon, Sula, Cam. Sur	13°28'12"	123°16'18"		May, 1976	HM-NIA											
18	Pob. Iwi, Albay	13°27'30"	123°40'30"	5	1971	CM											
19	Mt. Iriga, Iriga City	13°27'00"	123°25'00"	11	Sept. 1976	HM-NIA											
20	Sra. Cruz, Baso, Cam. Sur	13°27'00"	123°27'00"		1969	CM											
21	San Francisco, Buhi, Cam. Sur	13°26'42"	123°31'00"		May, 1976	HM-NIA											
22	Karit, Iriga City	13°25'00"	123°23'00"	100	May, 1976	HM-NIA											
23	Buhi Camarines Sur	13°25'00"	123°30'50"	10	1950	CM											
24	Parapoto, Malinao, Albay	13°24'00"	123°42'00"		Dec. 1971	AM											
25	Bato, Camarines, Sur	13°22'20"	123°22'40"	15	1972	CM											
26	Tabaco, Albay	13°21'30"	123°43'40"	8	1971	CM											
27	Central Libon, Albay	13°18'00"	123°26'20"	13	1972	CM											
28	Pob. Bacacay, Albay	13°17'40"	123°47'20"	4	1971	CM											
29	Cabasan, Bacacay, Albay	13°17'40"	123°47'20"	4	1971	CM											
30	Agus, Polangui, Albay	13°17'24"	123°29'00"		May, 1976	HM-NIA											
31	Mayon Rest House, Albay	13°15'00"	123°41'00"		1971	CM											
32	Sto. Domingo (Libog), Albay	13°14'10"	123°46'30"	15	1947	CM											
33	Pie Duran, Albay	13°14'00"	123°32'00"		1960	CM											
34	Alliang, Ligao, Albay	13°14'00"	123°33'00"		May, 1976	HM-NIA											
35	Guinobatan, Albay	13°12'00"	123°36'00"	80	1947	CM											
36	Pantao, Libon, Albay	13°11'40"	123°26'00"	5	1972	CM											
37	Rapu-Rapu, Albay	13°11'10"	124°07'20"	5	1972	CM											
38	Villa Hermosa, Albay	13°11'10"	124°07'40"	5	1971	CM											
39	Malama, Ligao, Albay	13°09'00"	123°27'40"	90	1971	CM											
40	Legaspi City, Albay	13°08'00"	123°44'00"	19	1949	MGSD											
41	Coxen Pawa, Maricao, Albay	13°07'20"	123°52'00"	60	1947	CM											
42	BLM, Jovellar, Albay	13°04'20"	123°36'00"	10	1972	CM											

Legend
 O: Collected data
 X: No data

Table 5-4 Maximum Water Gage Height
The Bicol River Basin

Unit: (m)
() Discharge(m³/s)

Sta- tion Year	OMBAO	NAGA	SIPOCOT	CUYAPI	BATO
1966					
67					
68	(287) Sep.27 6.02		(418) Jan.2 4.51	Nov.21 3.16	Sep.30 7.50
69	(142) Dec.15 4.67	Jan.1 4.53	(280) Nov.19 4.04	Nov.9 3.05	Dec.14 7.55
70	(701) Oct.14 8.92	Oct.14 6.39	(51) Jan.4 2.26	Dec.29 3.10	Oct.14 16.14
71	(549) Dec.29 7.88	May 27 5.20	(59) Jan.10 2.14	Feb.25 3.16	July16 7.99
72	(412) Jan.12 6.94			Mar.17 3.09	Jan.11 8.88
73	(442) Oct.17 7.15				Oct.17 9.21
74	(581) Jan.10 8.10		(114) July20 2.93		Jan.12 8.37
75	(283) Oct.29 5.99	Aug.20 2.60	(137) Dec.29 9.54		Dec.28
76					

2. 洪水到達時間

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。結果を下表に示す。

洪水到達時間

河道区間	距離	勾配	洪水移動速度	洪水到達時間
Bato ~ Ombao	17 Km	$\frac{1}{18000}$	0.4 m/s	12 hrs
Ombao ~ Camaligan	20	$\frac{1}{7000}$	0.6	9
Camaligan ~ Barongay	30	$\frac{1}{38000}$	0.3	28
Sipocot ~ Barongay	28	$\frac{1}{8000}$	0.6	13

3. 流域分割

3-1 流域分割

Bicol 川の洪水予報対象地域を考慮して、Fig 5-12 に示す流域分割をおこなった。

3-2 洪水予報地点

予報地点は次のとおりである。

Bato

Ombao

Camaligan

Sipocot

なお、San Miguel 湾の高潮予報には、Barongay における高潮の観測を利用する。

4. テレメーター観測所の設定

Bicol 川の洪水予報のためのテレメーター観測所は、次表のとおりである。

Bicol River Basin: List of Gaging Station

No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
1.	Ligao	In the center of Ligao town	Bicol R.	Newly constructed Rainfall
2.	Bato	At the side of Lake Bato Pobulacion Bato	Bicol R.	Newly constructed Rainfall, water level
3.	Buhi	At the side of Lake Buhi Pobulacion Buhi	Bicol R.	Newly constructed Rainfall, water level,
4.	Ombao	On the right of bank of Bicol River	Bicol R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
5.	Ocampo	In the Town Hall of Ocampo	Bicol R.	Newly constructed Rainfall
6.	Camaligan	In the office of Bicol Flood Control	Bicol R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
7.	Barongay	On the right bank of Bicol River Barongang Darlo	Bicol R.	Newly constructed water level
8.	Sipocot	On the left bank of Sipocot River	Sipocot R.	Newly constructed Rainfall, water level, discharge
9.	Napolidan	Next to highway Napolidan Village	Sipocot R.	Newly constructed Rainfall

5. 洪水追跡モデル

洪水予報のための流域分割の結果をもとに、Bicol川の洪水予測モデルを作成すると次図に示すとおりである。

**Fig. 5-12 LOCATION MAP OF TELEMETERING STATION
BICOL RIVER BASIN**

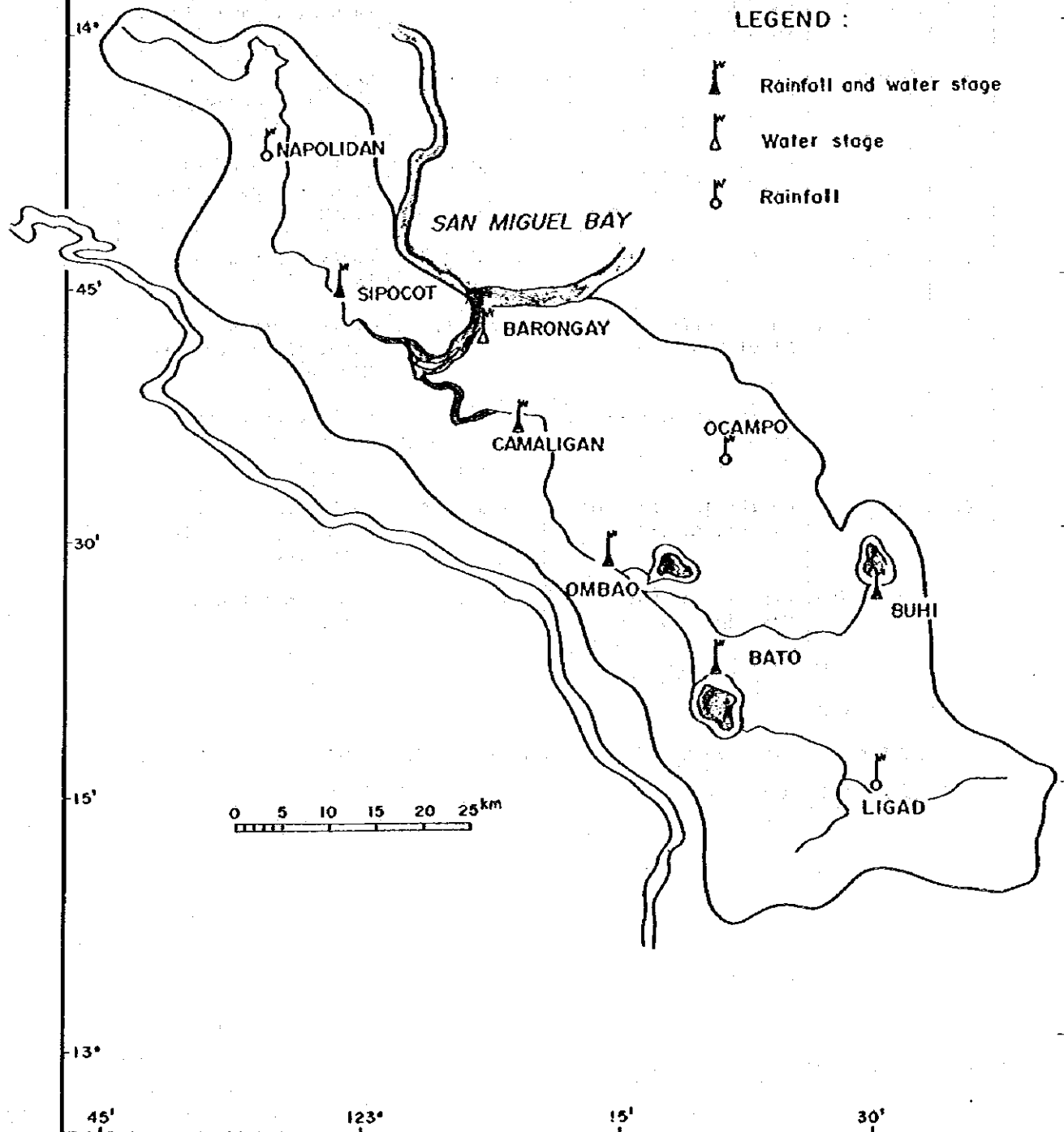
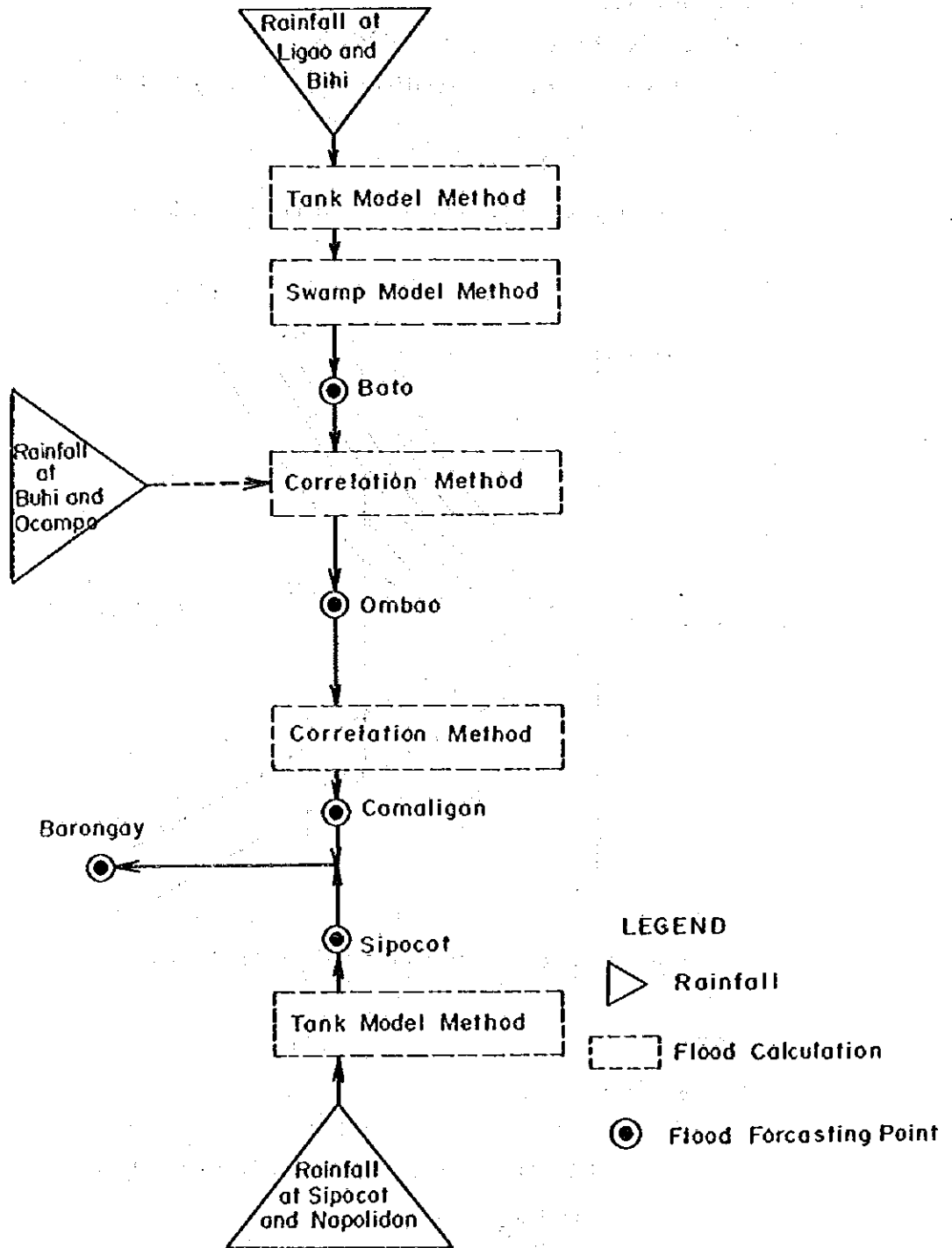


Fig. 5-13 FLOOD FORECASTING MODEL
BICOL RIVER BASIN



6. 高潮モデル

6-1 Barongay 地点

Barongay 地点の高潮の予測は、Agno 川の Banaga の場合と同様とする。

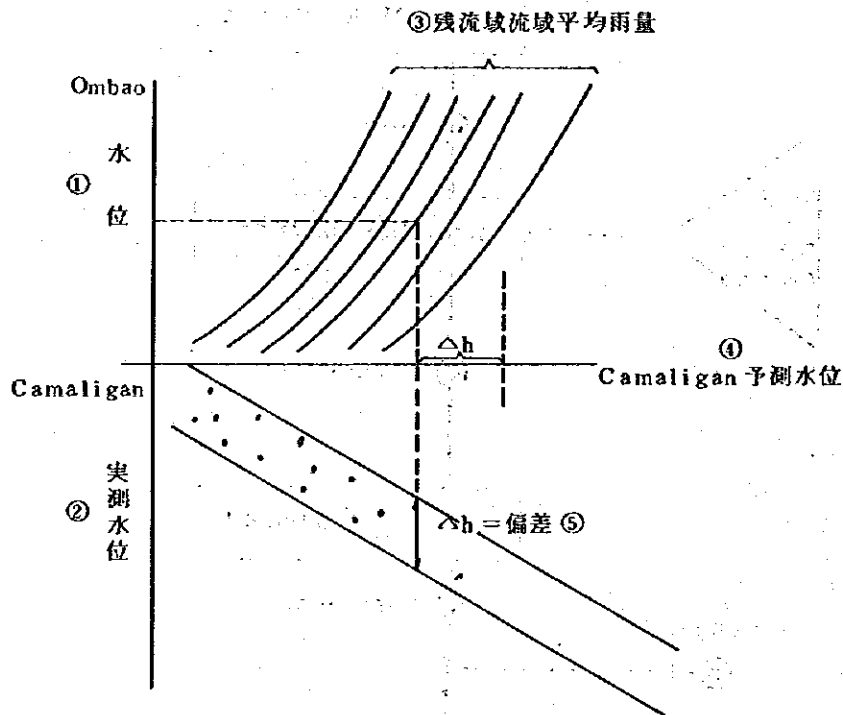
6-2 Camaligan, 地点

(1) 残流域平均雨量

Ombao, (R1) と Camaligan, (R2) の雨量の算術平均とする。

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

(2) Ombao, 水位と残流域雨量より Camaligan の水位相関



高潮時には、その偏差を加味した予測水位を決定する。

7. 洪水予報の手法

7-1 Bato 地点

(1) 流域平均雨量

Ligao 雨量 (R1) と Bato 雨量 (R2) の算術平均とする。

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

(2) Bato 湖流入量

タンクモデル法によりBato 湖への流入量を算定する。

$$Q_B = \frac{Y \times A_B}{86.4}$$

A_B ; Bato 地点流域面積 (Km^2)

(3) Bato 湖水位

下式により流入量による水位上昇量 (ΔH) を算定し、前時点の水位 (H_{n-1}) に加算する。

$$\Delta H = \frac{Q_B \times 86.4}{A_L}$$

H_n ; $H_{n-1} + \Delta H$

A_L ; Bato 湖水面積 (Km^2)

H_{n-1}, H_n ; 前日及当日の湖水位 (m)

以後、湖流入量の無い場合の湖水位算定式は下式による。

$$\Delta MH = 0.035H - 0.151$$

ΔMH ; Bato 湖水位低下量 (m)

H ; Bato 湖水位 (m)

7-2 Ombao 地点

Bato 地点からOmbao 地点までの洪水到達時間を考慮した水位相関式により算定する。

$$H_O = H_B + a$$

H_O ; Ombao point 水位 (m)

H_B ; Travelling time を考慮したBato point 水位 (m)

a ; 定数

流量に換算する場合には計算水位 (H_O) と実測水位 (Q_O) より

$$Q_O = AH^2 + BH + C$$

なるモデル式により最小自乗法で算定しておく。

7-3 Camaligan 地点

Ombao 地点と同様の方法とする。

$$H_c = H_o + b$$

H_c ; Camaligan 地点水位 (m)

H_o ; 洪水到達時間を考慮したOmbao 地点水位 (m)

7-4 Sipocot 地点

タンクモデル法による。

流域平均量は、Napolidan 雨量 (R_1) と Sipocot 雨量 (R_2) の算定平均とする。

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

8 計算モデルの検証

8-1 Barongay 地点における高潮計算

(1) 台風時における気象資料

Daet 地点における既往著名台風時の風速、気圧の資料を収集整理した。

なお Barongay の資料としては近傍の既設観測所である Cuyapi の資料を代用した。

(2) 潮位偏差

Legazpi 港における天体潮および Barongay 地点における日平均水位から偏差を推算した。

Fig 5-15 は風速、気圧と偏差の関係を示したものであるが両者の間にはある程度関係がみられるが、比較する資料が日単位であることから定量的解析をおこなうにはいたらなかった。今後 Barongay 地点にテレメータ観測所を設置することにより時間単位の資料が得られるから、蓄積された時間単位資料により詳細な検討が可能になるであろう。

Fig-14-1 WIND VELOCITY, ATMOSPHERIC PRESSURE AND WATER STAGE
Barongay (1)

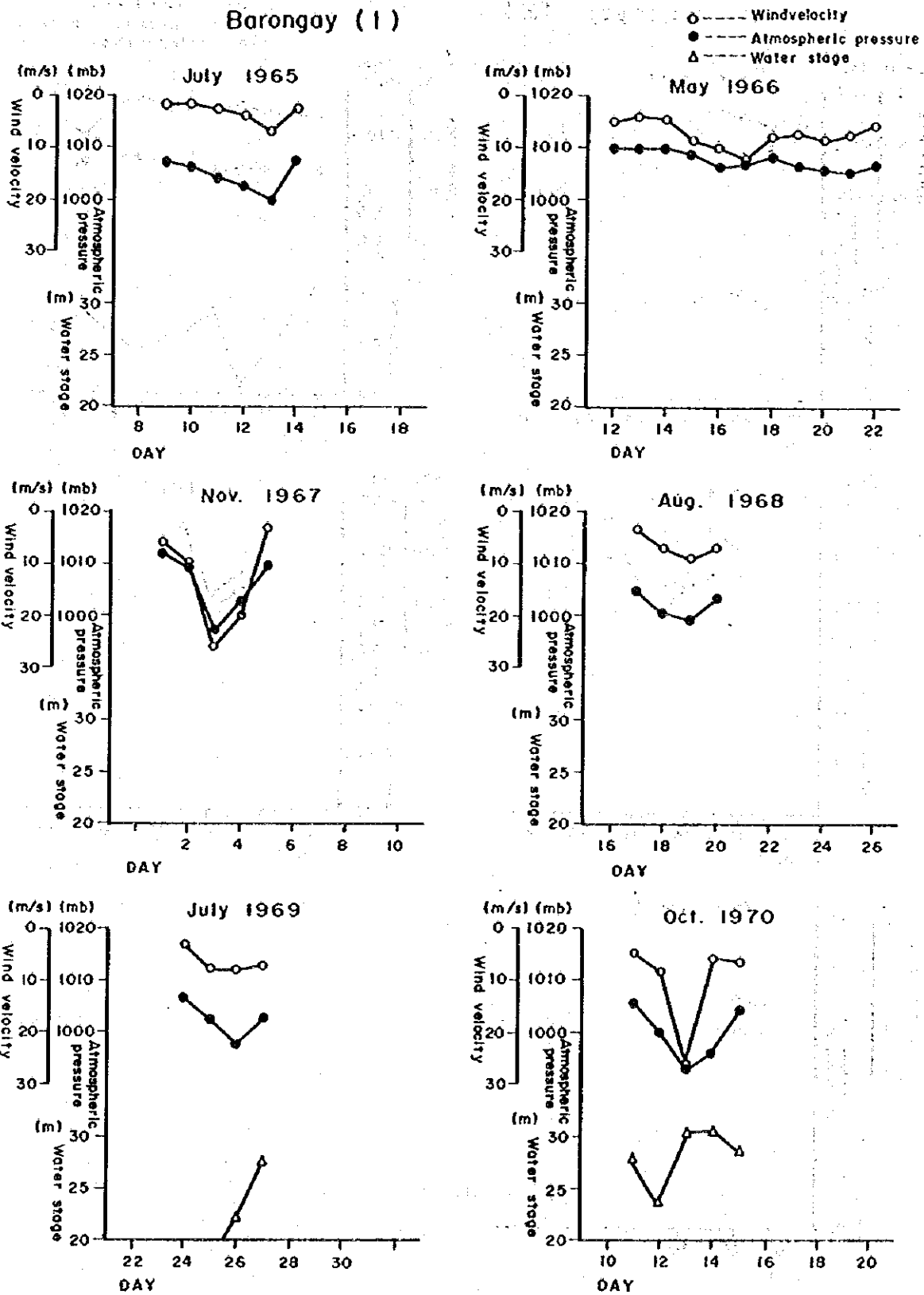


Fig.5-14-2 WIND VELOCITY, ATMOSPHERIC PRESSURE AND WATER STAGE
 Borongay (2)

○ --- Wind velocity
 ● --- Atmospheric pressure
 △ --- Water stage

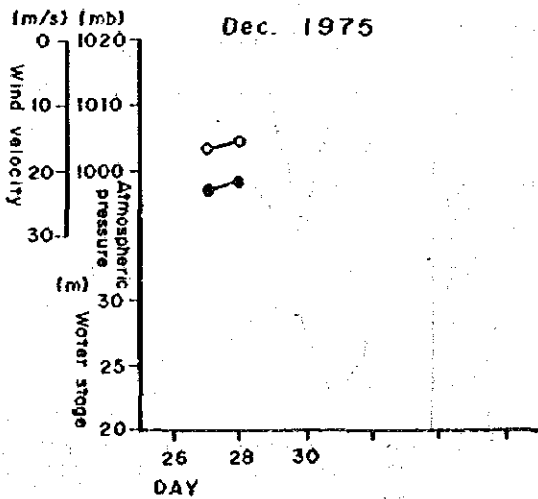
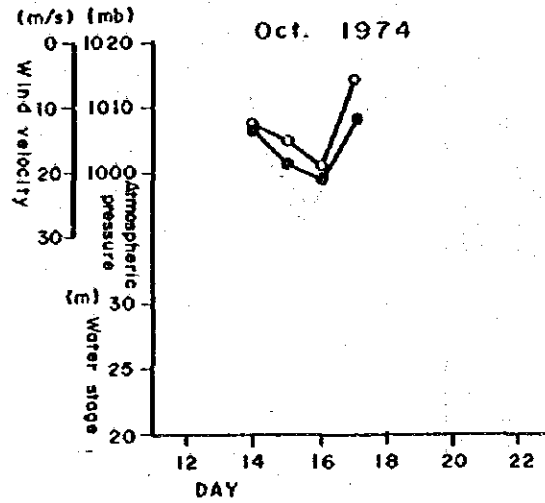
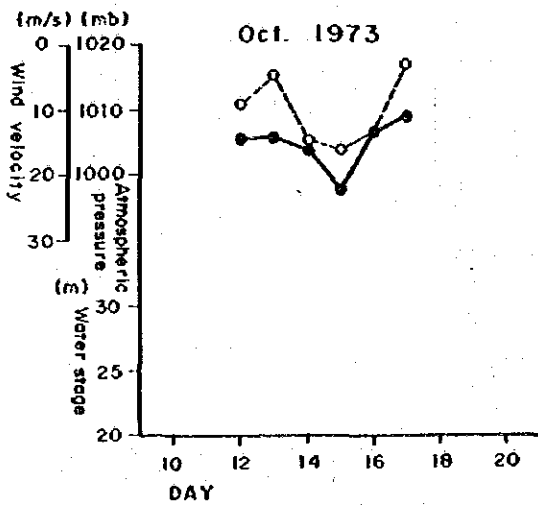
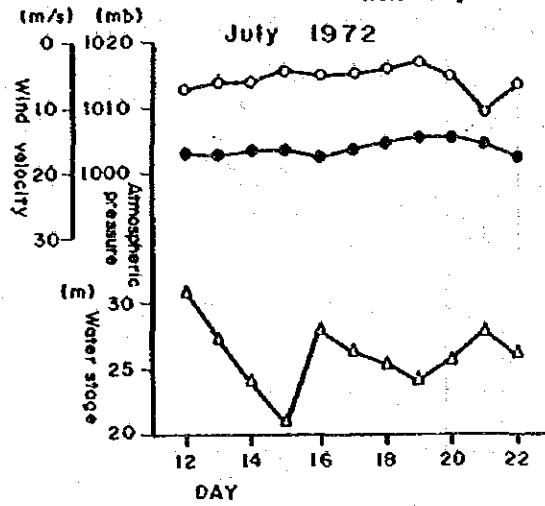
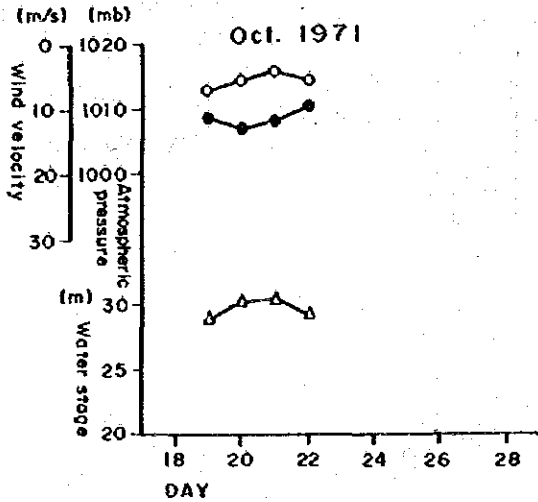
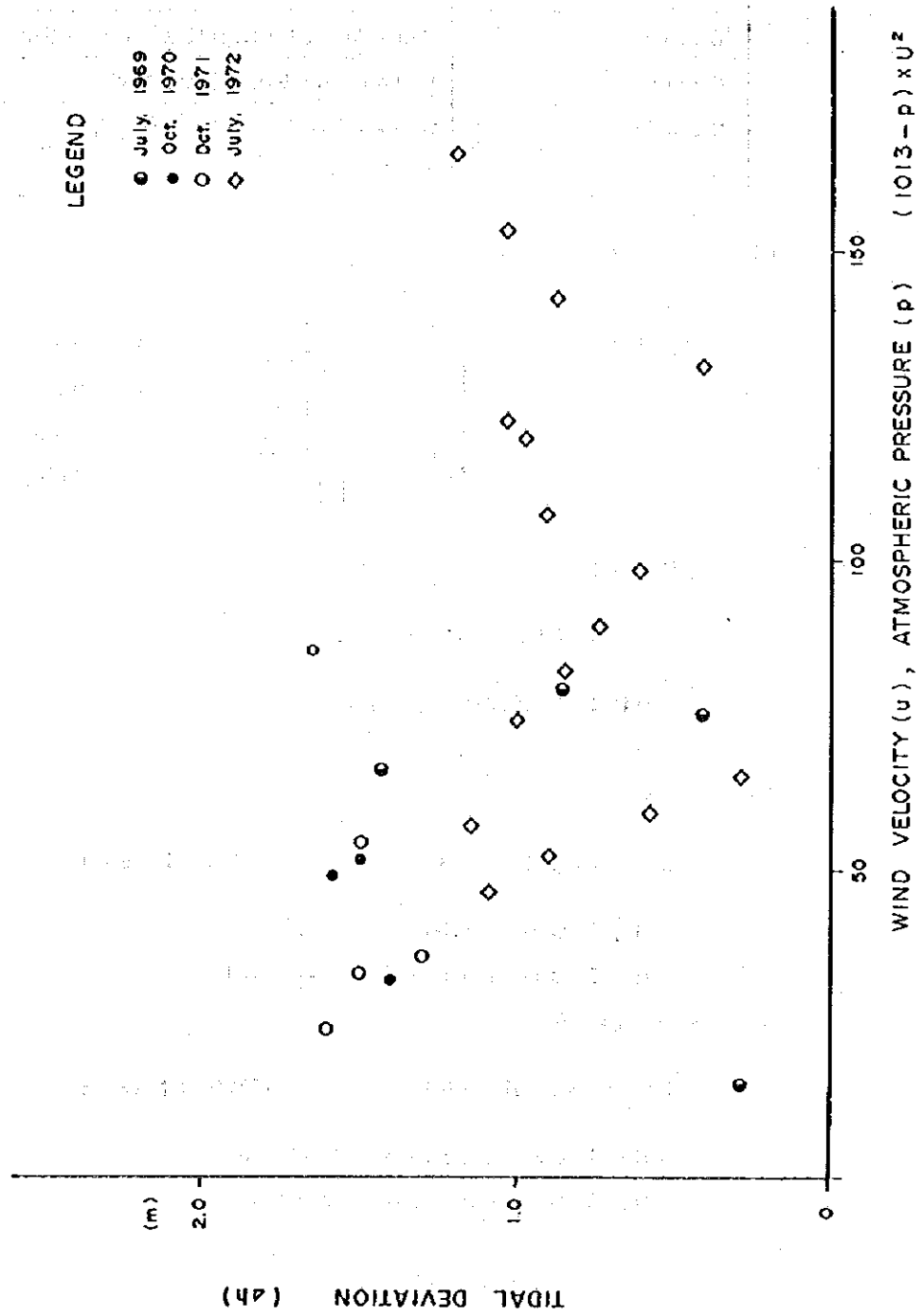


Fig. 5-15 WIND VELOCITY, ATMOSPHERIC PRESSURE AND TIDAL DEVIATION

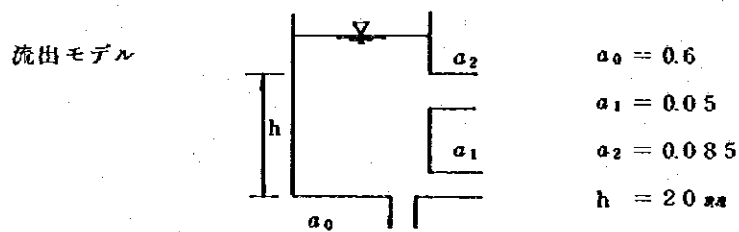


8-2 計算モデルの検証

洪水予報地点と計算手法との対応を下表に示す。

Flood Forecasting Point	Flood Forecasting method
Bato	Tank Modelと湖の減水モデルの併用
Ombao	Batoにおける水位との相関式
Camaligan	Ombaoにおける水位との相関式
Sipocot	Tank Model

(1) Bato 地点



湖水位の減水モデル

$$\Delta H = 0.035 H - 0.151$$

ΔH : 湖水位の減水量 (m)

H : 湖位 (m)

(2) Ombao 地点

$$H_2 = 1.22 H_1 - 3.8 \quad \text{相関係数: } 0.970$$

H_2 : Ombao における水位 (m)

H_1 : Bato における前日の水位 (m)

(3) Camaligan 地点

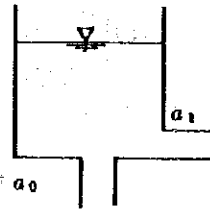
$$H_2 = 0.596 H_1 + 0.1 \quad \text{相関係数: } 0.828$$

H_2 : Camaligan における水位 (m)

H_1 : Ombao における前日の水位 (m)

(4) Sipocot 地点

流出モデル



$$a_0 = 0.01$$

$$a_1 = 0.025$$

Fig 5-16 CORRELATION AMONG WATER LEVELS AT BATO, OMBAO AND CAMALIGAN

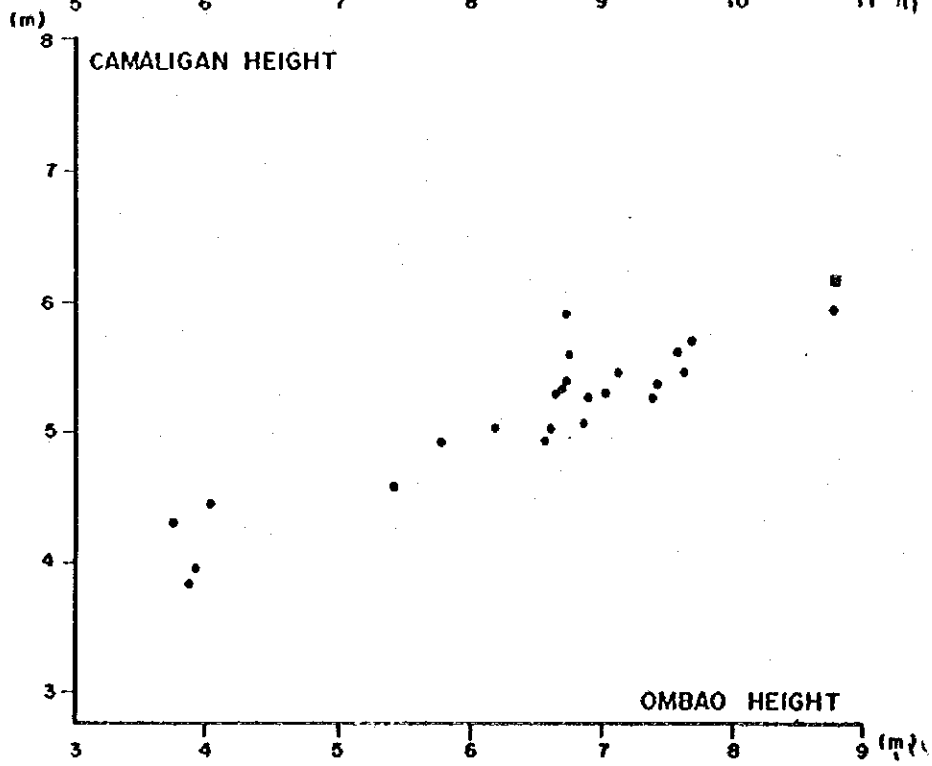
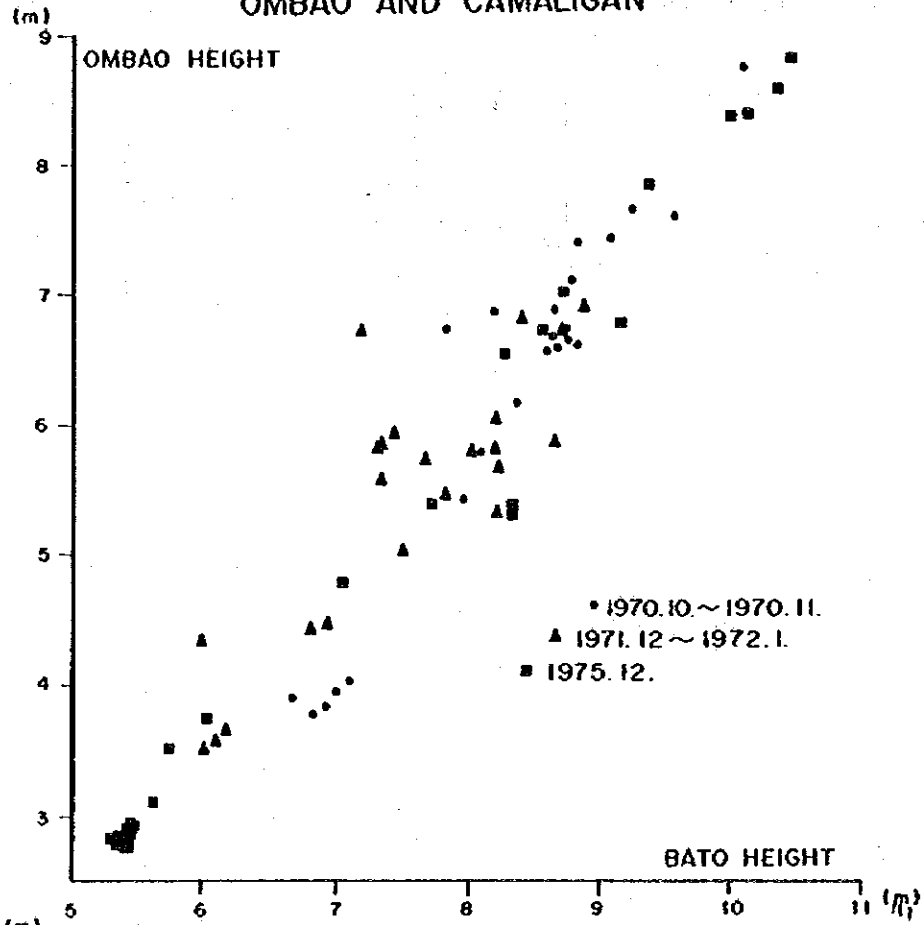


Fig. 5-17 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
 BICOL RIVER BASIN (I)
 Oct. 1970

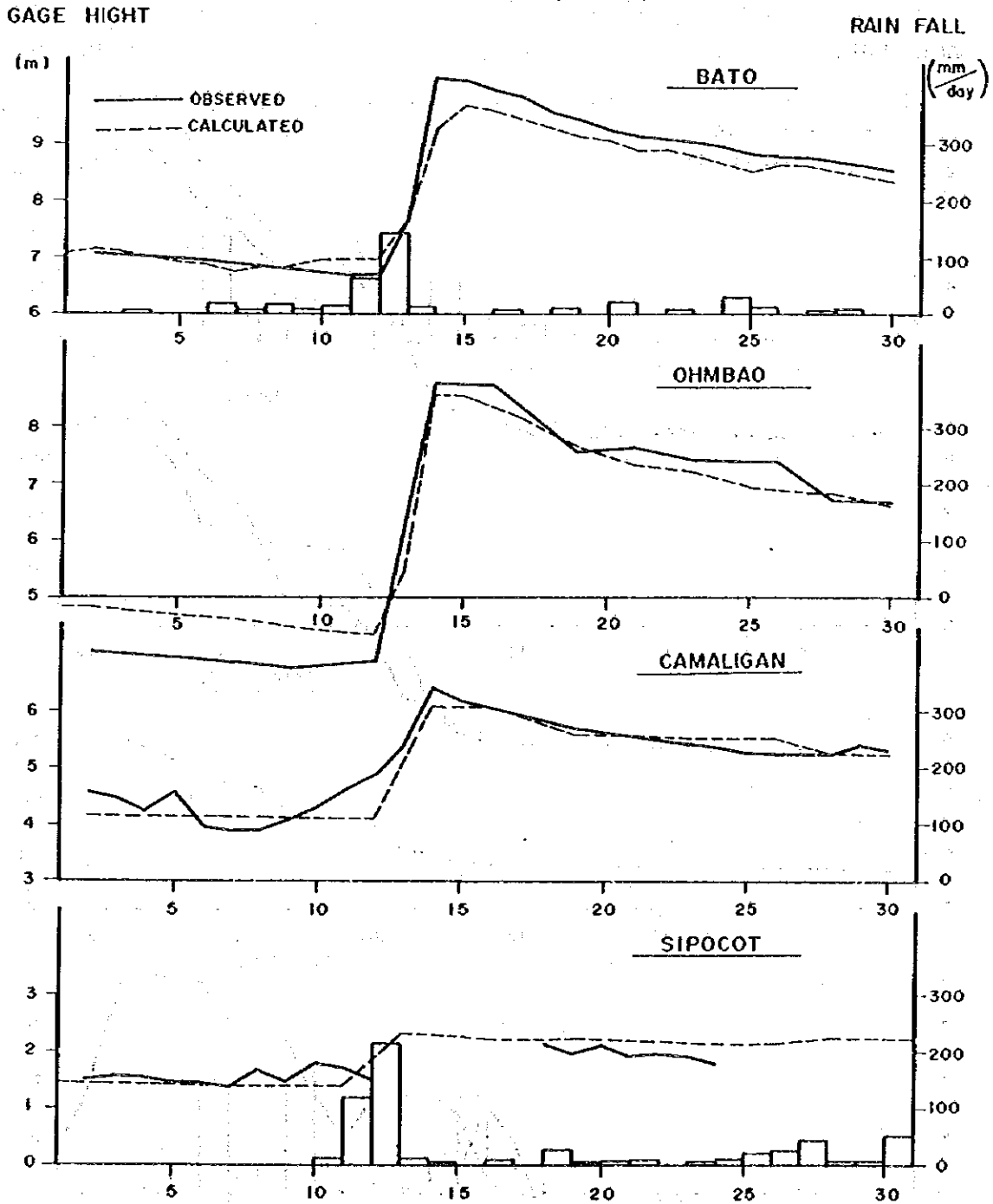
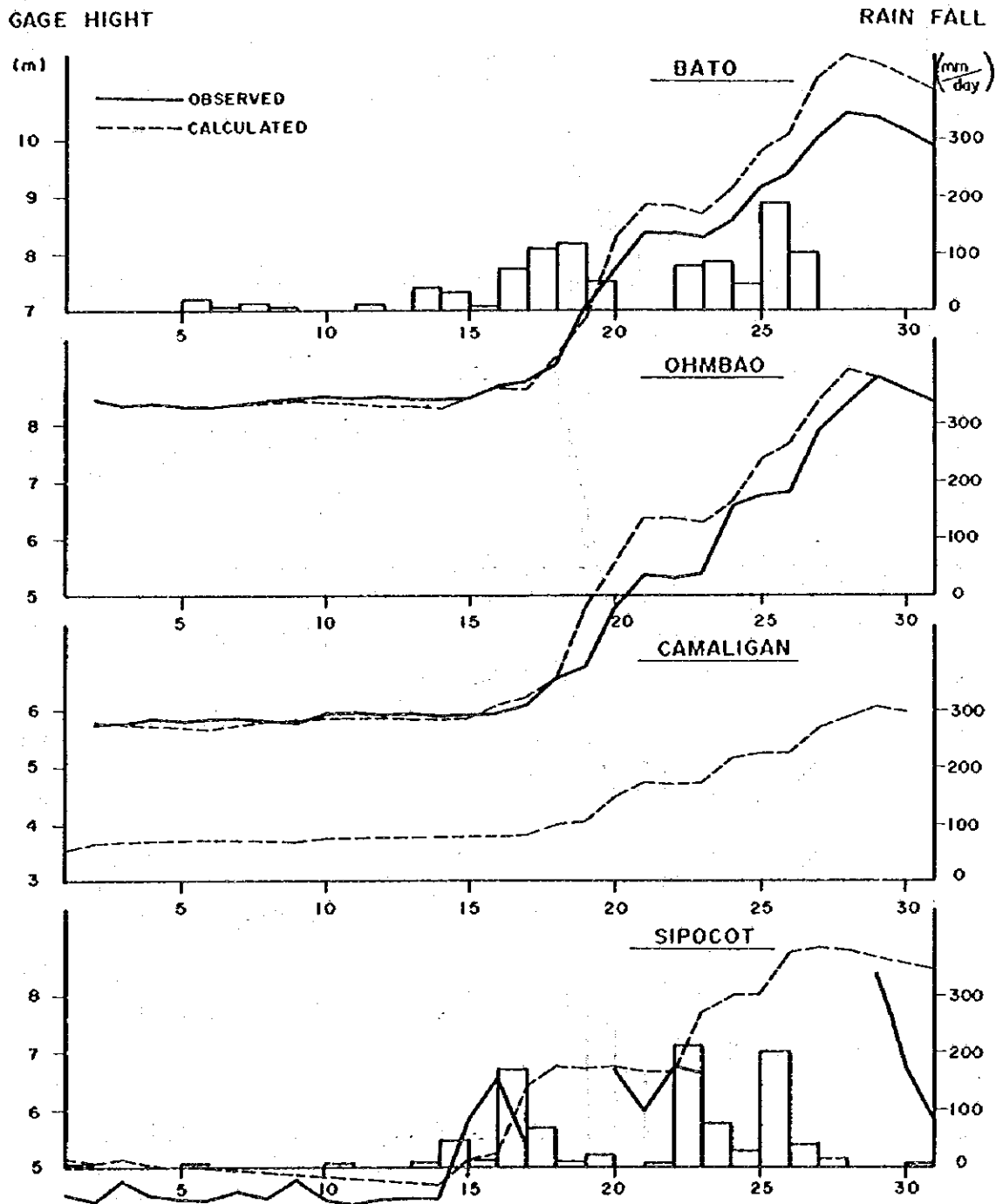


Fig. 5-18 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
BICOL RIVER BASIN (2)

Dec. 1975



§ 3. Cagayan 川

1. 水位および雨量

1-1 既設水文観測所

Cagayan 川における主要な水位、雨量観測所は Fig 5-19 に示すように流域全体に配置されている。雨量観測所は、比較的早くから観測開始されている。

1-2 降雨資料

最近10ヶ年間に於いてCagayan川流域内に洪水をもたらしたと思われる降雨について資料を収集整理した。

収集整理された降雨資料から降雨波形図を作成し別冊に記載した。

1-3 水位資料

Cagayan 川における過去の主要洪水の水位資料を収集整理し、水位波形を作成して別冊に記載した。

Table 5-6 は各年最高水位を記載したものである。

**Fig.5-19 LOCATION MAP OF RAINFALL
AND WATERSTAGE GAGING STA-
TION IN CAGAYAN RIVER BASIN**

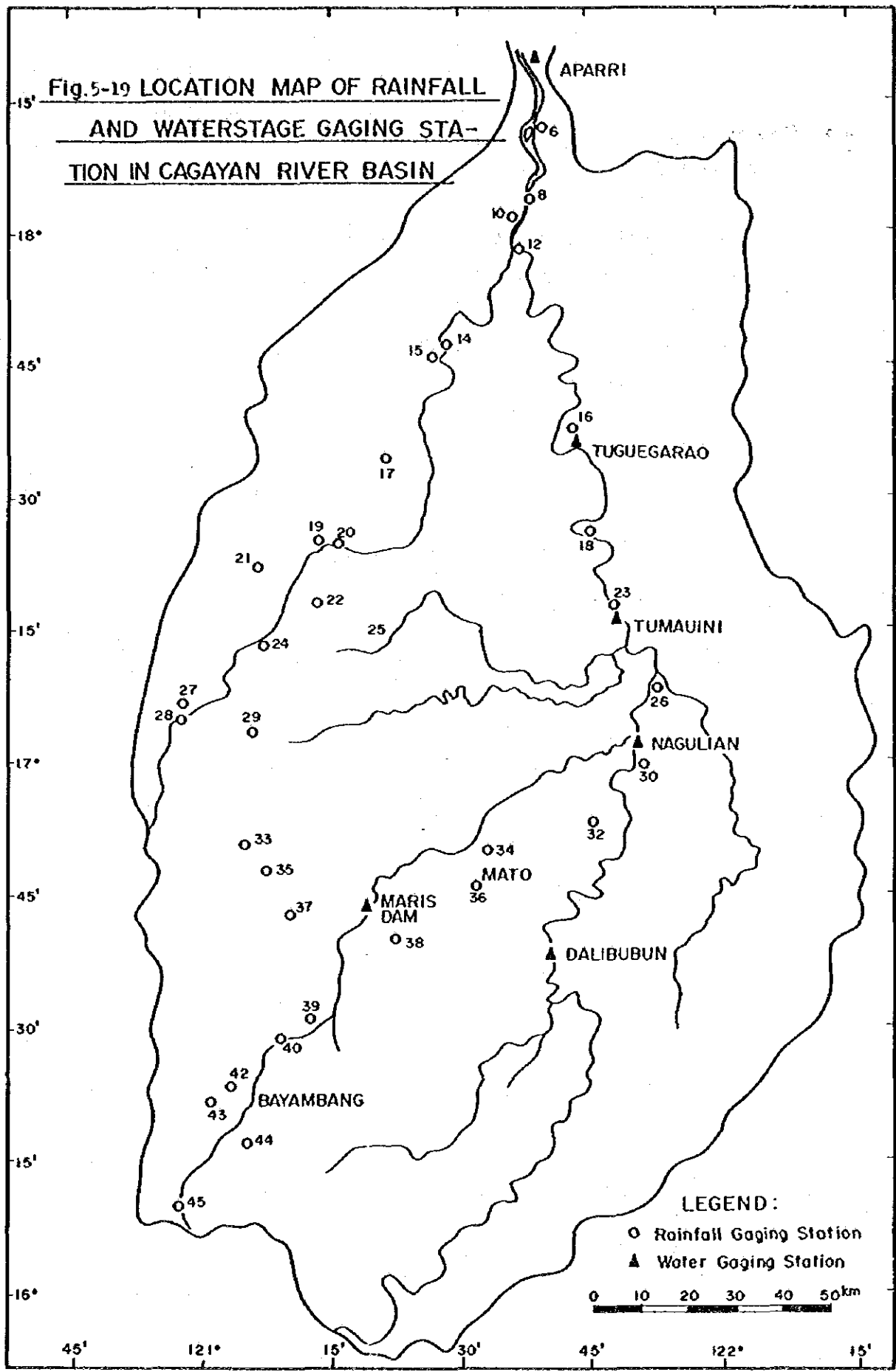


Table 5-5 Location of Rainfall Gaging Station
Cagayan River Basin

No.	Name of Stations	Location			Type of Ins	Date Established	Managed by	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
		Latitude	Longitude	Elevation														
1	Sanchez Mito, Cagayan	18°34'00"	121°13'00"		RG/OG	May, 1976	HM											
2	Baggo, Pamplona, Cagayan	18°27'40"	121°21'00"	5	OG	1973	CM											
3	Rallesferos, Cagayan	18°24'36"	121°30'42"		RG/OG	May, 1976	HM											
4	Apparri, Cagayan	18°22'00"	121°38'00"	4	RG/OG	1902-39; 1947	MGSD								X			
5	Mataguisi, Pudtol, Kalinga-Apayao	18°13'00"	121°22'00"		OG	1971	CM											
6	Lal-lo, Cagayan	18°12'00"	121°39'40"	7	OG	1973	CM											
7	Baliwanan, Kabuyao, Kalinga-Apayao	18°08'10"	121°08'00"	320	OG	1969	CM											
8	Gattaran, Cagayan	18°03'42"	121°38'24"	10	RG/OG	May, 1976	HM											
9	Kabugao, Kabugao, Kalinga-Apayao	18°01'30"	121°11'00"	120	OG	1948	CM											
10	Aggunetan, Lasam, Cagayan	18°01'30"	121°37'10"	10	OG	1947	CM											
11	Mt. Polis Pass, Banawe, Ifugao	17°58'00"	121°01'30"	1900	OG	1963	CM											
12	Nassipio, Alcalá, Cagayan	17°58'00"	121°37'40"	10	OG	1948-71	CM	Δ		Δ	Δ	Δ			X	X	X	X
13	Lenneng, Kabugao, Kalinga-Apayao	17°55'20"	121°12'40"	231	OG	1969	CM											
14	Pilat, Cagayan	17°47'36"	121°28'36"	40	RG/OG	May, 1976	HM											
15	Cagumifan, Taou, Cagayan	17°45'50"	121°27'30"	35	OG	1947	CM											
16	Tuguegarao, Cagayan	17°37'00"	121°44'00"	24	RG/OG	1903-39; 1947	MGSD											
17	Pinukupuk, Kalinga-Apayao	17°34'40"	121°22'00"	120	OG	1971	CM											
18	Cabagan, Isabela	17°25'42"	121°45'48"	20	RG/OG	May, 1976	HM											
19	Tomangan, Tabuk, Kalinga-Apayao	17°25'00"	121°14'00"		OG	1974	CM											
20	Naneng, Tabuk, Kalinga-Apayao	17°24'40"	121°16'00"	360	OG	1947	CM											
21	Latanang, Lubugan, Kalinga-Apayao	17°22'00"	121°07'00"	740	OG	1963	CM											
22	Guilguila, Tarudan, Kalinga-Apayao	17°18'00"	121°14'10"	500	OG	1963	CM											
23	Tumauini, Isabela	17°16'42"	121°43'12"		RG/OG	May, 1976	HM											
24	Baeo, Tinglayan, Kalinga-Apayao	17°13'30"	121°07'20"	800	OG	1963	CM											
25	Calanasan, Bayog, Kalinga-Apayao	17°13'30"	121°19'00"		OG	1968-70	CM											
26	Tilagan, Isabela	17°08'00"	121°53'16"	40	OG	1925-39; 1949	CM											
27	Bangan, Sagada, Mt. Province	17°07'00"	120°58'00"		OG	1963; 1960	CM											
28	Kontoc, Mt. Province	17°05'00"	120°58'00"		OG	1930	CM											
29	Berling, Mt. Province	17°03'30"	121°06'20"		OG	1963	CM											
30	Reina Mercedes, Isabela	16°59'30"	121°51'00"		RG/OG	May, 1976	HM											
31	Bauko, Mt. Province	16°57'00"	121°52'00"		OG	1963	CM											
32	Nunmungan, Canayan, Isabela	16°53'00"	121°45'00"		RG/OG	Dec. 1974	HM-NIA											
33	Namulitan, Lagawe, Ifugao	16°51'10"	121°05'10"	900	OG	1969	CM											
34	Sinamar, San Mateo, Isabela	16°50'00"	121°33'00"		RG/OG	Dec. 1974	HM-NIA											
35	Lagawe, Lagawe, Ifugao	16°48'00"	121°07'20"	470	OG	1970	CM											
36	Ranis, Ramon, Isabela	16°46'00"	121°32'00"		RG/OG	Dec. 1974	HM-NIA											
37	Nayom, Lamut, Ifugao	16°43'20"	121°10'20"	320	OG	1971	CM											
38	Magat (Ref. Proj.), Dadi, N.V.	16°40'00"	121°22'00"	243	OG	Jan. 1966	CM											
39	Solano, Nueva Viscaya	16°31'10"	121°11'50"	225	OG	1967	CM											
40	Balibalan, Salaseg, Kalinga-Apayao	16°31'00"	121°50'00"		OG	1948	CM											
41	Bayombong, Nueva Viscaya	16°29'00"	121°09'00"	270	RG/OG	March, 1976	HM											
42	Barat, Bambang, Nueva Viscaya	16°23'20"	121°03'20"	310	OG	1969	CM											
43	Salinas (Ref. Proj.), Bampang, N.V.	16°22'30"	121°01'00"	610	OG	Jan. 1968	CM											
44	Dupat, Nueva Viscaya	16°17'10"	121°05'20"	364	OG	1968	CM											
45	Consuelo, Sta. Fe, Nueva Viscaya	16°10'00"	120°57'00"	550	OG	1948	CM											

Legend

○ : Collected data
X : No data

Table 5-6 Maximum Water Gage Height
Cagayan River Basin

Unit: (m)
() Discharge(m³/s)

Sta- tion Year	DARIBUBUN (PANGAL)	MARIS DAM	TUMUINI (NAGULIAN)	TUGUEGARAO	APARRI
1966	Nov. 22 (7735) 15.55				Nov. 14 0.92
67	Nov. 4 (7848) 17.50				June 28 0.94
68	Nov. 30 (4258) 9.75		Nov. 30 (2838) 7.7	Dec. 1 17.50	July 26 1.08
69	Nov. 24 (1302) 6.00		Nov. 26 (2182) 6.78	Nov. 27 18.03	Nov. 28 1.15
70	Sep. 12 (7503) 12.50		Oct. 14 (7899) 13.83	Oct. 16 21.95	Aug. 10 1.99
71	Nov. 16 (4511) 10.00		Oct. 12 (9692) 15.90	Dec. 2 20.97	Mar. 22 1.77
72	Nov. 7 (2233) 7.25		Nov. 7 (1879) 6.84	July 19 18.37	Jan. 14 7.21
73	Oct. 15 (5032) 10.75			Nov. 22 15.20	(June)
74	June 11 (4511) 16.00				
75					
76					

2. 洪水到達時間

流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となる。

洪水到達時間

河道区間	距離	勾配	洪水移動速度	洪水到達時間
Dalibubun ~ Tumauini	90 Km	$\frac{1}{1,000}$	5.4 m/s	5 hr
Tumauini ~ Tuguegarao	50	$\frac{1}{3,500}$	3.4	4
Tuguegarao ~ Aparri	110	$\frac{1}{6,500}$	2.0	15

3. 流域分割

3-1 流域分割

Cagayan 流域を、Dalibubun 地点下流より河口 (Aparri) まで考慮して、次図に示すように4ブロックに分割した。

3-2 洪水予測地点

決定された洪水予測対象地域および流域分割から洪水予測地点を下記に定める。

Dalibubun

Maris Dam

Tumauini

Tuguegarao

の4地点である。

4. テレメータ-観測所の設定

洪水予測をおこなうためのテレメータ-観測所は次表に示す地点を選出した。

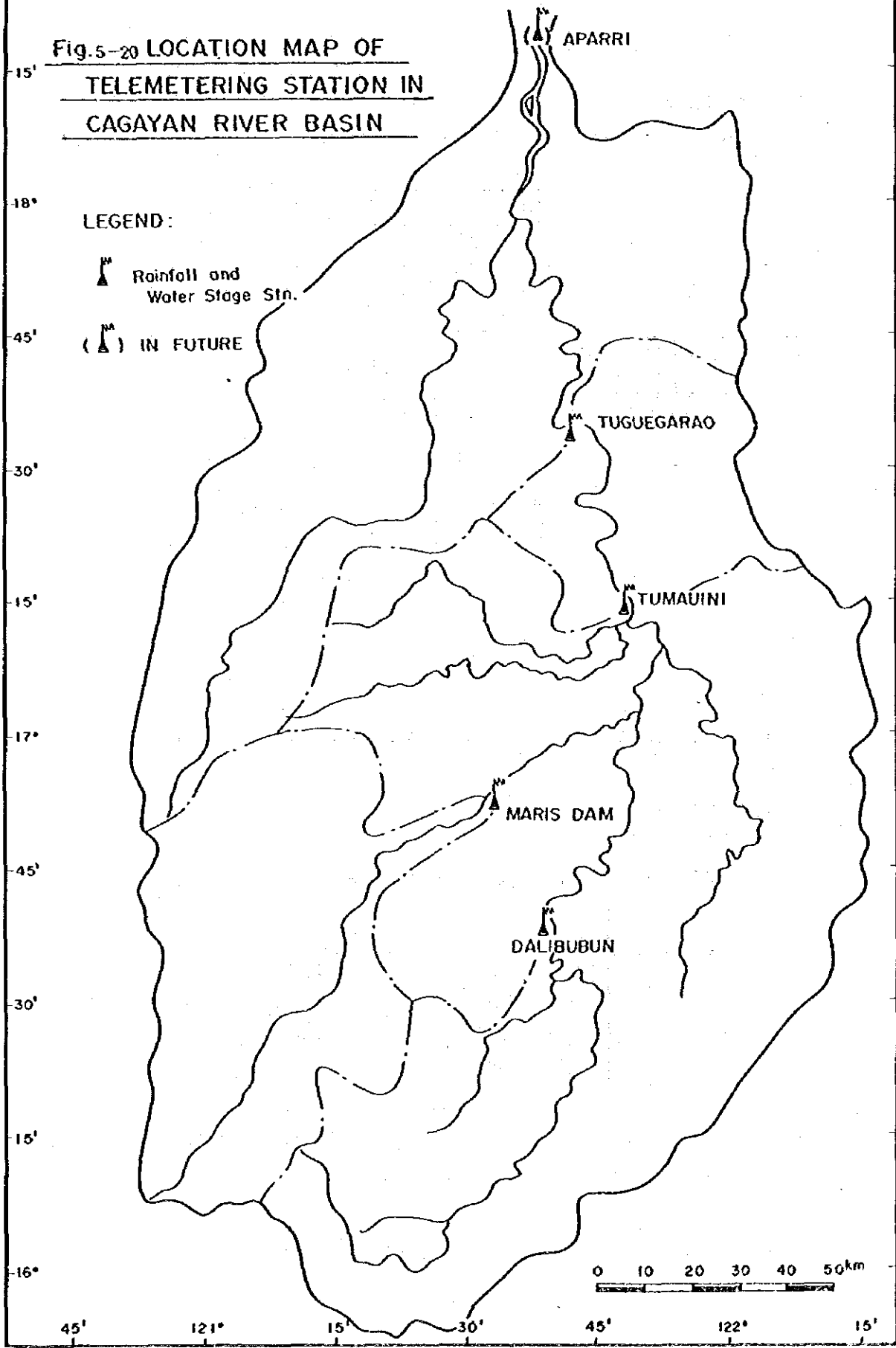
なお将来Cagayan 川下流地点およびChico 川流域にもテレメータ-観測所を設置することが必要となるだろう。

Dalibubun 観測所は過去B.P.W.がPangal 観測所として水位観測をおこなっていた地点である。

Cagayna River Basin: List of Gaging Station

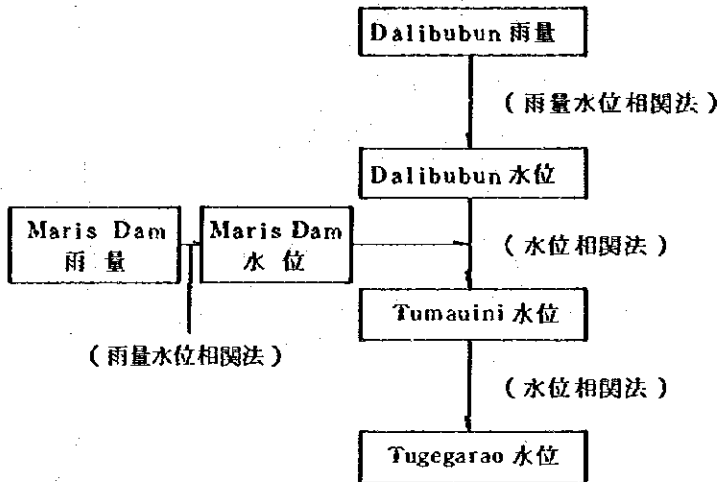
No.	Station	Location of Station	River Basin	Remarks
1	Dalibubun	Make use of Paagal Station(belonging to B.P.W.). Left Bank	Cagayan R.	Newly constructed . Rainfall, water level
2	Maris Dam	Make use of existing hydrological station downstream from Maris Dam. Right Bank	Magat R.	"
3	Tumauini	Within Tumauini Town. Right Bank.	Cagayan R.	"
4	Tuguegarao	Bandon Bridge. Right Bank	Cagayan R.	"

**Fig. 5-20 LOCATION MAP OF
TELEMETERING STATION IN
CAGAYAN RIVER BASIN**



5. 洪水追跡モデル

Cagayan 川流域の洪水予測地点を考慮して、次図の如く洪水追跡モデルを作成した。



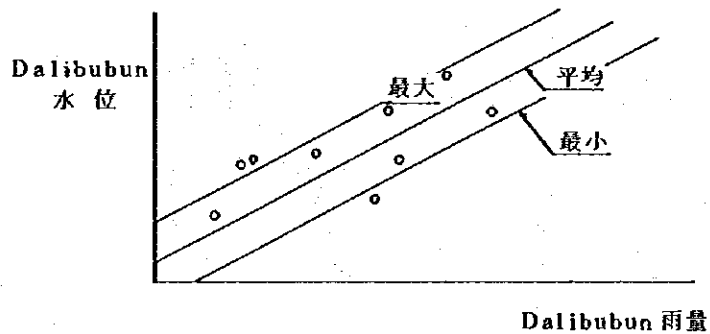
6. 高潮モデル

Cagayan 川流域において、高潮は無視できると考えられるので、検討はおこなわない。

7. 洪水予報の手法

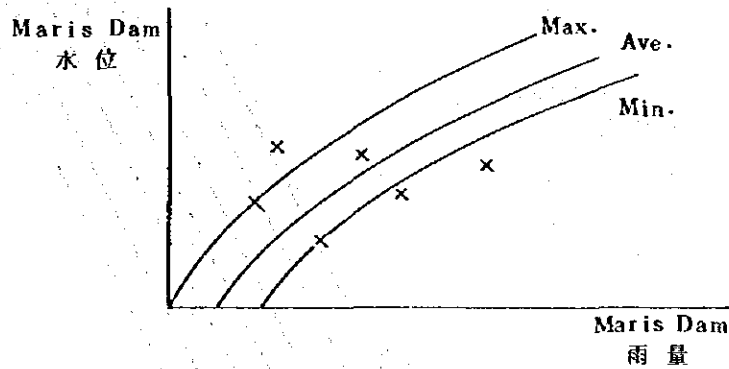
7-1 Dalibubun 地点

Dalibubun 地点における雨量および水位との相関により予測する。



7-2 Marisダム地点

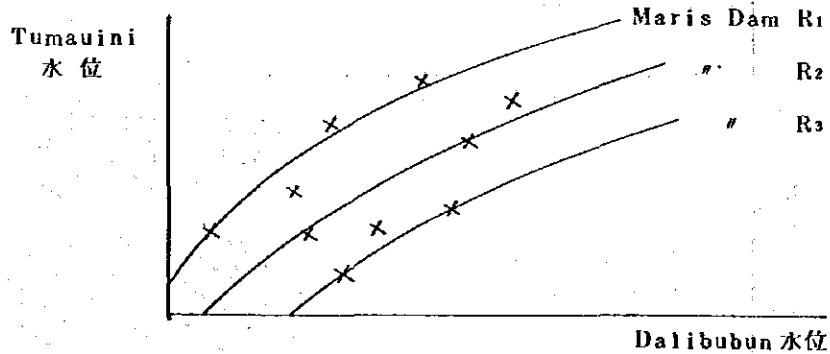
Marisダム地点における雨量および水位との相関により予測する。



7-3 Tumauni 地点

Tomauni 地点の水位を予測するには、Travelling Timeを考慮した Dalibubun 地点の水位から相関図により算定する。

なお、水位相関図にばらつきがあるときはMaris Dam 地点の雨量をパラメータとする。



7-4 Tuguegarao 地点

Tumauni 地点と同様に Travelling timeを考慮したTumauni 地点水位と Tuguegarao 地点水位との相関図より予測する。

8. 計算モデルの検証

- (1) Travelling Timeを1日として、Dalibubunの水位とTumauniとの水位の相関をFig 5-21に示す。なおTumauniの資料がないので、近傍の既設観測所であるNagurianの資料を代表させる。
- (2) 洪水到達時間を1日として、Tumauniの水位とTuguegaraoの水位との相関をFig 5-21に示す。

Fig.5-21 CORRELATION AMONG GAGE HEIGHTS AT DALIBUBUN
TUMAUNI AND TUGUEGARAO

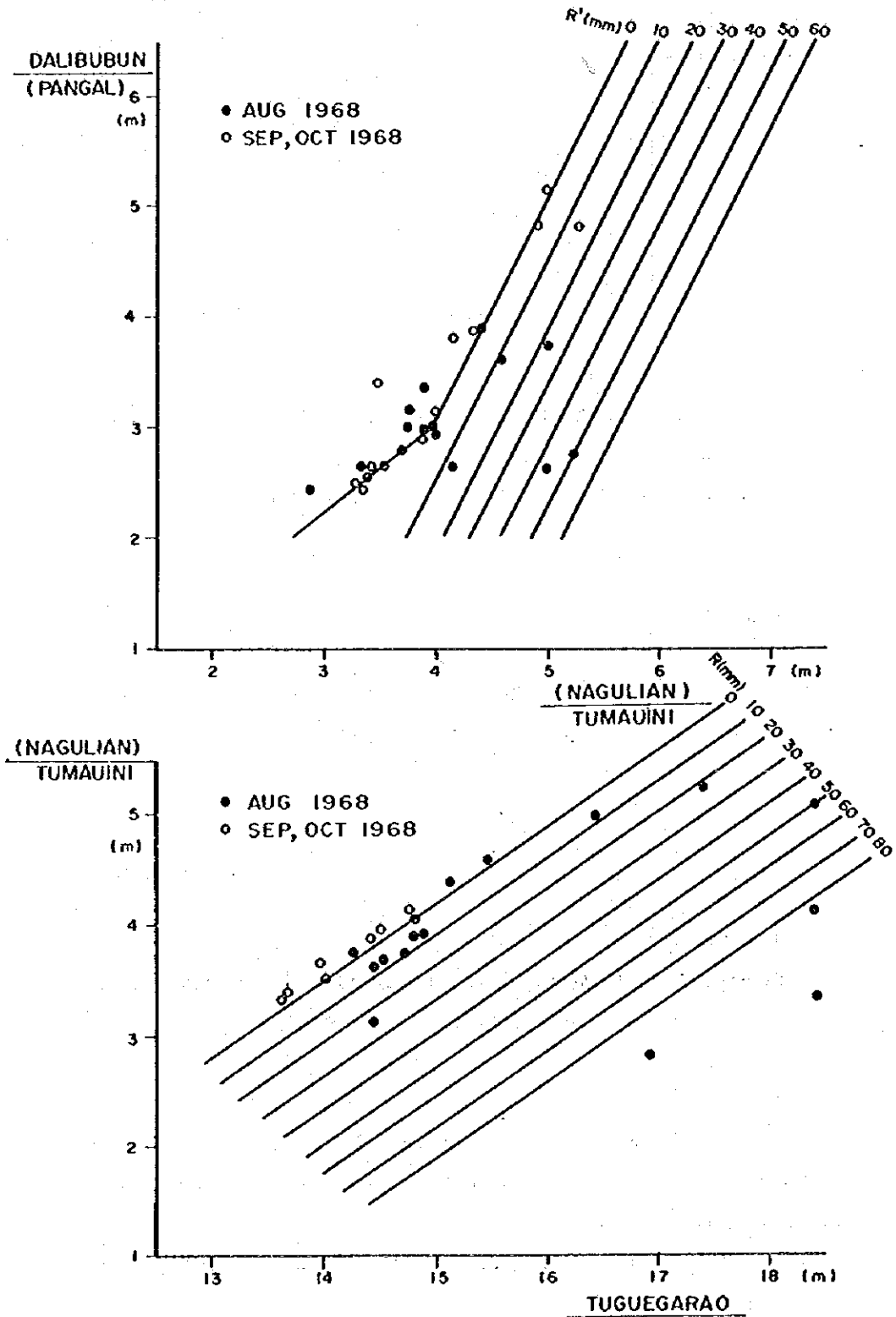


Fig.5-22 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
 CAGAYAN RIVER BASIN (1)
 Aug. 1968

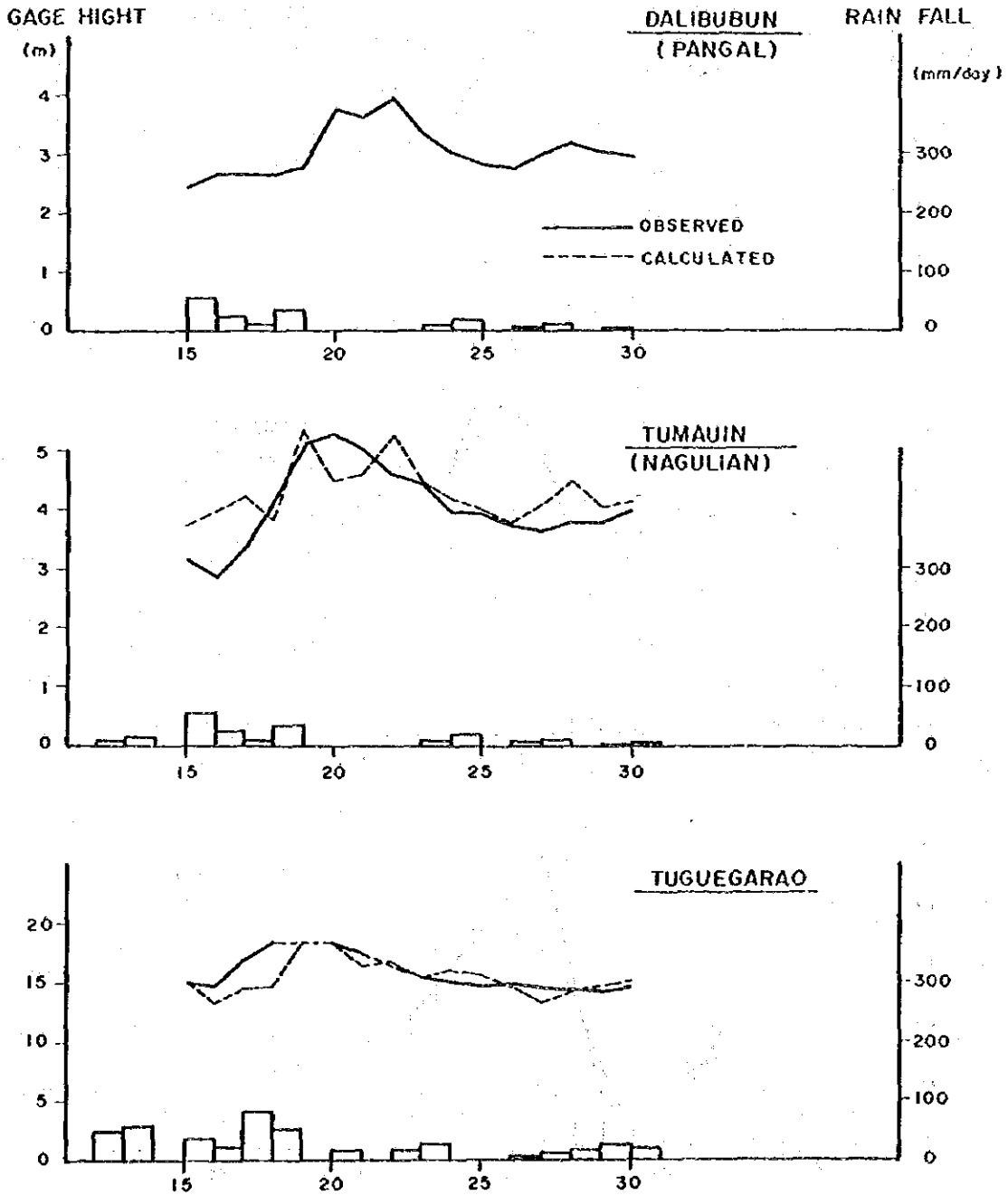
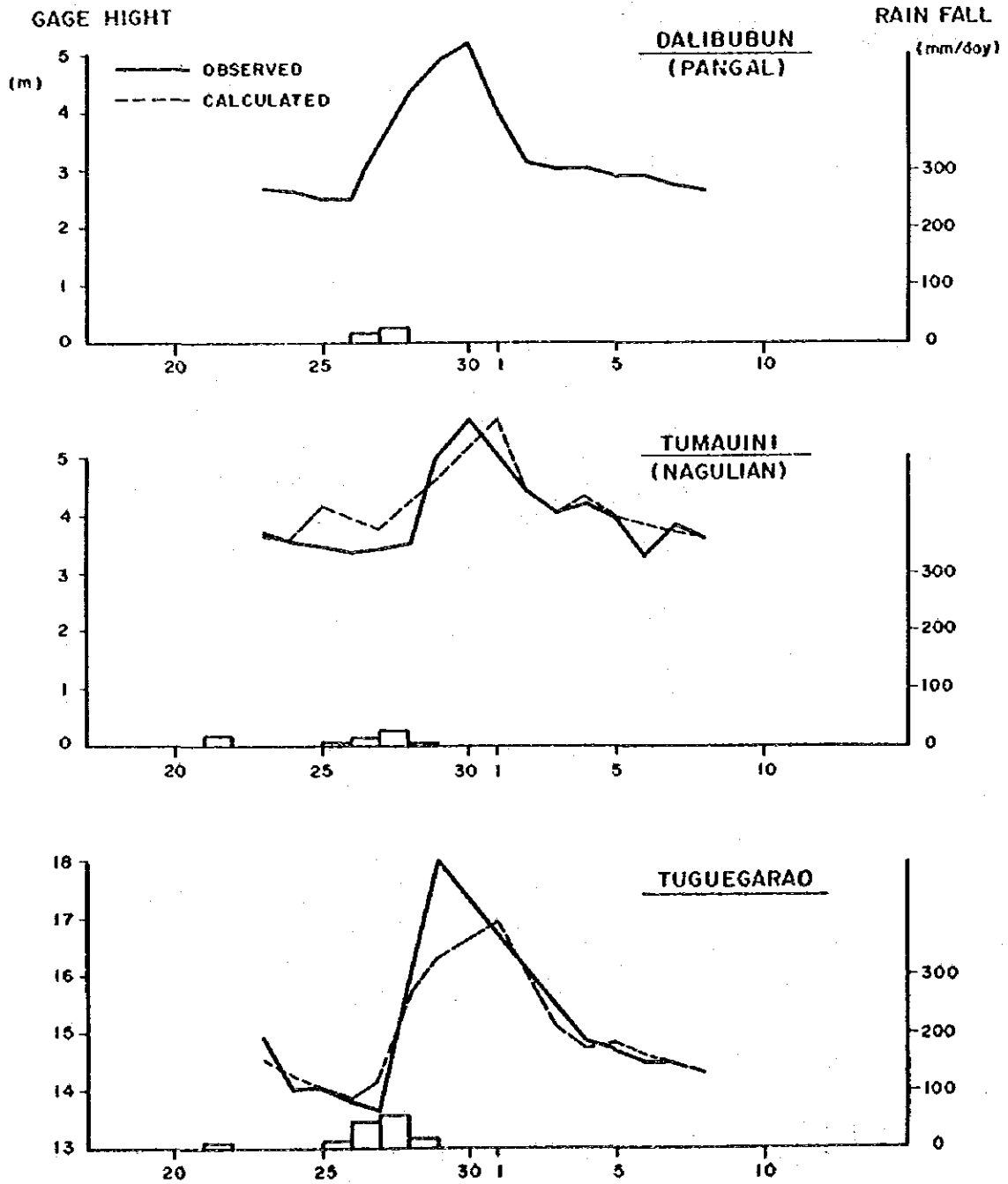


Fig. 5-23 OBSERVED AND CALCULATED WATER GAGE HEIGHT
CAGAYAN RIVER BASIN

Sept, Oct. 1968



Ⅵ 電気通信システム

§ 1. 提案の概要

洪水予警報を実施するために必要なデータ収集の手段として三河川のそれぞれの中心地にシステムの運用及び保守管理を実行し、管内のデータを収集するため現場のセンターとして監視制御所を設置する。各観測所から監視制御所までのデータ伝送は、VHF帯通信回線によるテレメータ方式を採用して、必要なデータを自動的に収集する。

Manila郊外に監視制御所からのデータ、その他の情報を中継するための送受信所(R. stn)を2ヶ所設置する。監視制御所から送受信所までの間は、大気圏散乱を利用した400 MHz帯の多重通信回線により、又送受信所(R. stn)から洪水予報センター、及びB.P.W. (Bureau of Public Works)の間は、400 MHz帯の多重通信回線を構成し、自動的に水文情報その他の情報が伝送される方式を採用することを提案する。

このManilaと監視制御所を接続する連絡回線は、それぞれの洪水予警報システムの動脈となるきわめて重要である。したがって、この回線が障害等により不通となった場合は、洪水の予測に重大な支障が生ずると予想されるので、これをさけるためSSBによる短波通信回線を併設することが必要であろう。また、保守を効率よく実施するために各監視制御所にVHF帯による基地局、および移動局を設置し無線電話で常時連絡できる体制を作るべきと考える。

なお、Cagayan川流域の下流部を洪水予報対象地区に入れる場合は、数局のテレメータ-観測所を設置し、情報を収集する事が望ましい。この場合はあらかじめ、電波伝搬試験を実績しCagayan川洪水予警報システムに組入れる必要がある。

1973年にPampanga川洪水予警報システムが運用されてから今日までその運用、保守実績から考え、洪水予警報システムを拡張整備するためには、次の点について考慮する必要がある。まず保守要員の層を厚くし、さらに新システム(Troposcatter Telecom System)の導入に伴う新しい技術の修得等の十分な保守体制の確立が急務であると考えられる。

また、システムの維持管理に当っては、十分な経験が必要であり、そのためには技術研修を通して十分な経験を積むことが極めて重要である。同時に維持運営してゆくために必要な予算が計画的に確保されることが条件である。

また、このシステムがその機能を十分発揮するためには、直接担当する要員のみならず、関係する組織のすべての職員の理解と協力がなければ、効果的な運用ができないのは云うまでもない。

以上のべたような点から、保守要員の養成と併行し関係者の協力が得られるような努力をしつつ、出来る限りすみやかに体制固めをする事が、このプロジェクトを成功させる要といえる。

§ 2. 提案システムの検討

提案する河川別のデータ収集のための施設および系統の概略は Fig 6-1 に示すとおりであり、その詳細については以下のとおりである。

1. Agno 川水系

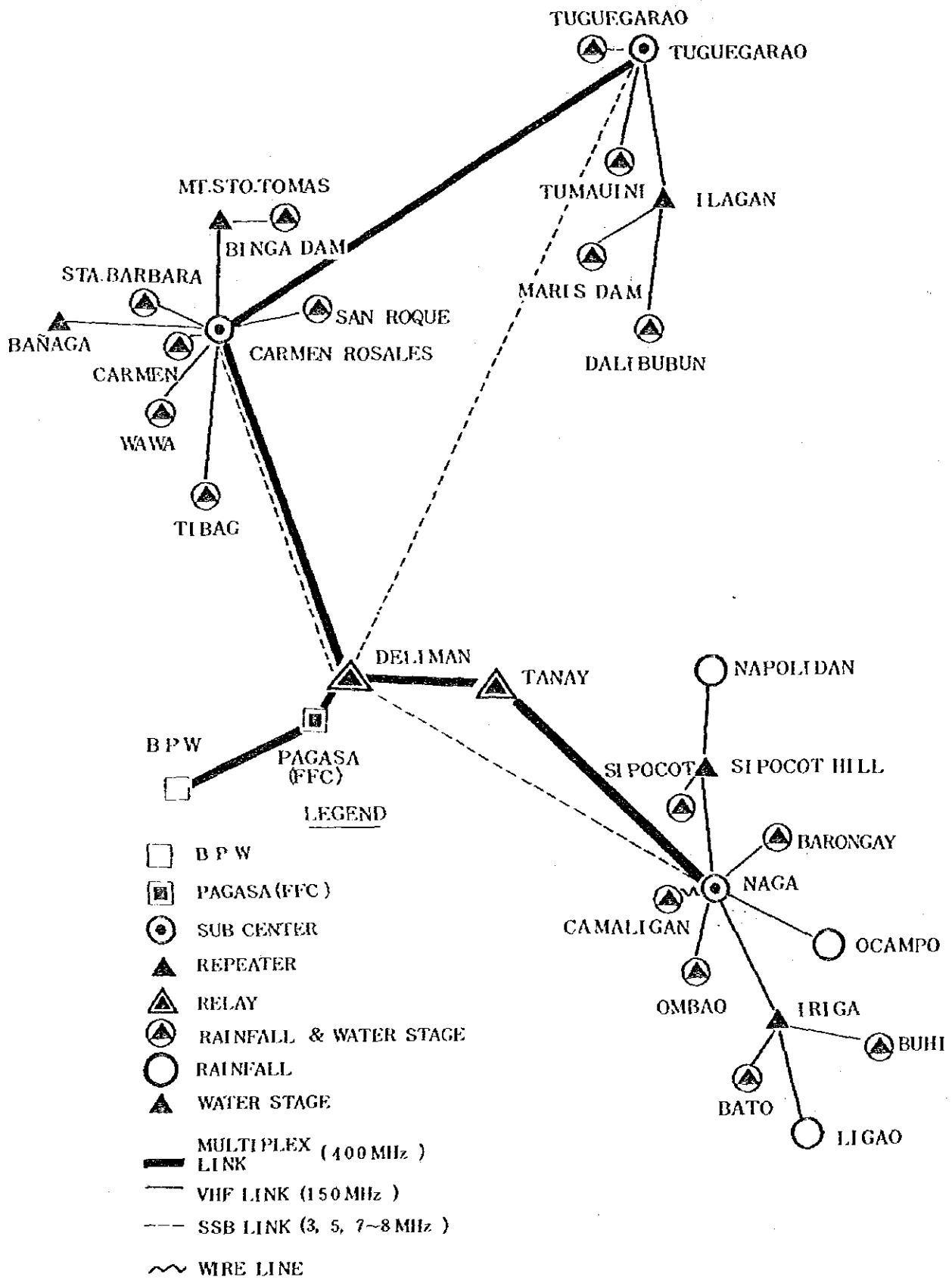
監視制御所 (S.C) は PAGASA の出先機関である Dagupan 測候所と B.P.W の Carmen 事務所の 2 案が考えられたが、敷地面積、機動力の保有状況等から Agno River Control Office に置くのがよい。各テレメータの観測所は Binga Dam を除き監視制御所から直接回線構成が可能なのが電波伝搬試験の結果明らかになった。これらのテレメータネットワークの系統図は Fig 6-2 に示すとおりであり、また、そのシステムの構成図は Fig 6-3 に示すとおりである。なお、Binga Dam については、Mt. Sto. Tomas にある PAGASA のレーダーステーションの構内に中継所を設置することにより良好な回線構成ができる。

監視制御所に収集したデータを Manila 洪水予報センター (F.F.C) へ伝送するためには、400MHz 帯多重通信回線を導入することにより、データを自動的に送受する。併せて洪水予報センター (F.F.C) からも、それぞれのテレメータ観測所を監視制御できるシステムとする。この多重通信回線としては大気圏散乱通信方式を採用することにより遠距離通信が可能であり、Manila 付近の Deliman に中継所を設置する。

また、多重通信回線が障害等により不通となった場合のバックアップ体制として、SSB を使用した短波通信回線を併設することにより、確実な連絡回線を確保することができる。なお、テレメータの各観測所候補地点について調査した結果は、Table - 1 に示すとおりである。

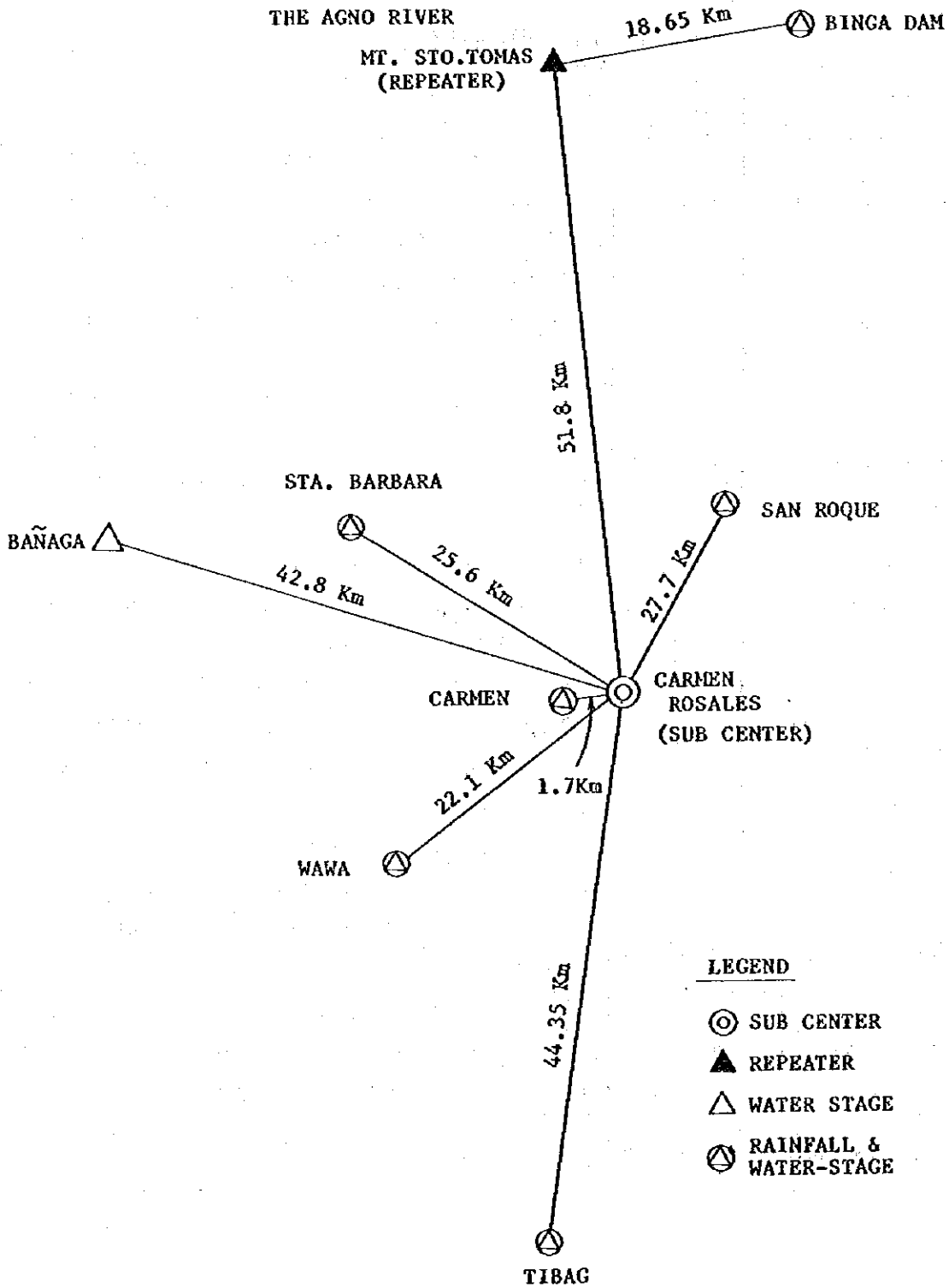
また本システムの保守を充分実施するために、各監視制御所に VHF 帯による基地及び陸上移動局を設置する。

TELECOMMUNICATION NETWORK



- LEGEND**
- BPW
 - ▣ PAGASA (FFC)
 - ⊙ SUB CENTER
 - ▲ REPEATER
 - ▴ RELAY
 - ⊕ RAINFALL & WATER STAGE
 - RAINFALL
 - ▲ WATER STAGE
 - MULTIPLEX (400 MHz) LINK
 - VHF LINK (150 MHz)
 - - - SSB LINK (3, 5, 7~8 MHz)
 - ~ WIRE LINE

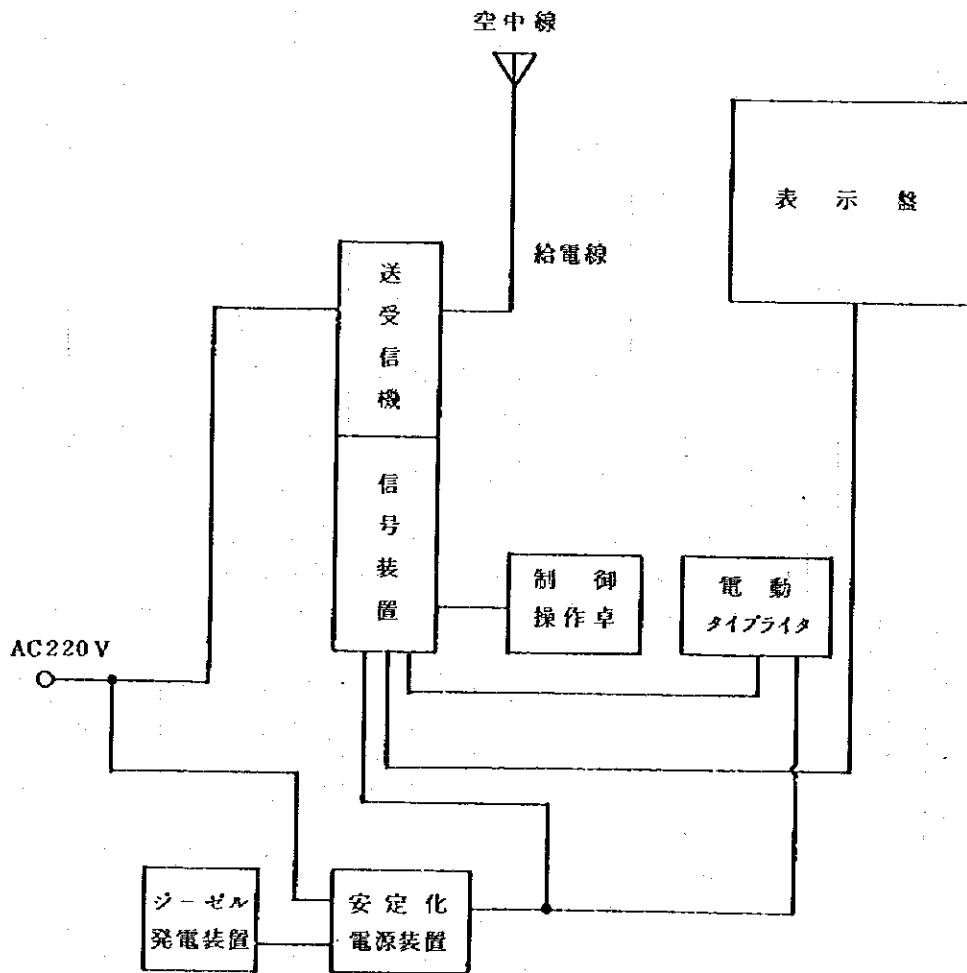
Fig. 6-2 Telemetry Network



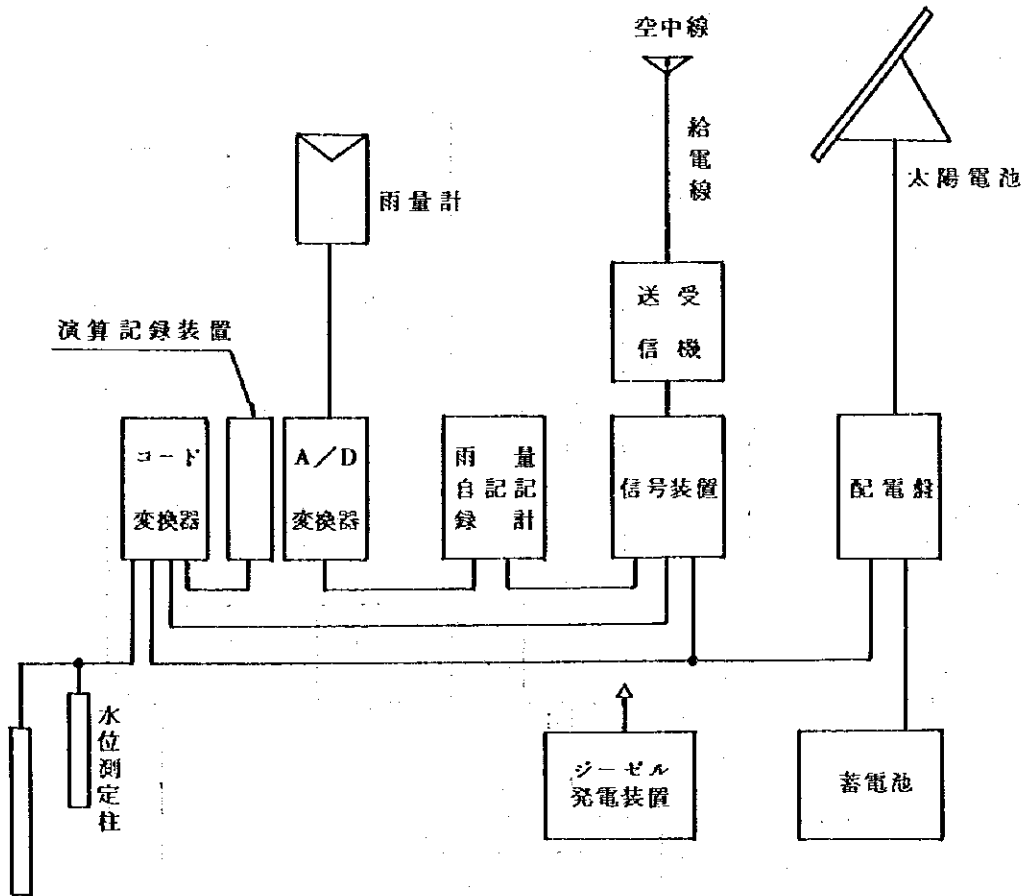
観測所等候補地点の現地調査結果 Table 6-1
(Agno 川水系)

局 名	種 別	概 況
Carmen Rosales	監視制御所	B.P.W の構内に設置する。铁塔、局舎の敷地については問題ないが、洪水時に対処するため、機器は、発電機も含め2階程度の高さとした方がよい。
Carmen	雨 , 水	監視制御所との間は近距離の為電波伝搬には問題ない。テレメータ観測所舎は河岸の地盤の高い所へ設置する方が望ましい。
San Roque	雨 , 水	既設のかんがい用水取水用ダムの上に局舎を設置する(地上高約4~5m)監視制御所とは電波伝搬上の問題はない。敷地については既設ダムサイト上に局舎を設置出来れば特に問題なし。
Sta. Barbara	雨 , 水	Maramaba 橋の下流付近の民家の敷地内に局舎を予定している。伝搬上は直接監視制御所に接続するが、Sto. Tomas 中継も可能であり特に問題なし。
Bañaga	水	伝搬実験は地盤の低い所で行ったが、局舎を建設する場合は地盤の高い所へ設置する方が望ましい。また回線構成としては直接監視制御所に接続可能であるが場合によっては Sto. Tomas 中継となる場合もある。
Wawa	雨 , 水	敷地は、ヤシ林なので整地する必要あり、回線構成は直接監視制御所と接続可能であり特に問題なし。
Tibag	雨 , 水	Agana 橋下流左岸に局舎を設置する。付近に障害物はなく直接監視制御所に接続する。敷地問題なし。
Binga Dam	雨 , 水	Sto. Tomas 中継で回線構成は可能である。電波伝搬試験の結果周囲の条件で伝搬状態が不安定である為アンテナ柱を設置する時は適切な場所を選定する必要がある。
Mt. Sto. Tomas	中 継 所	既設レーダ基地を利用する。

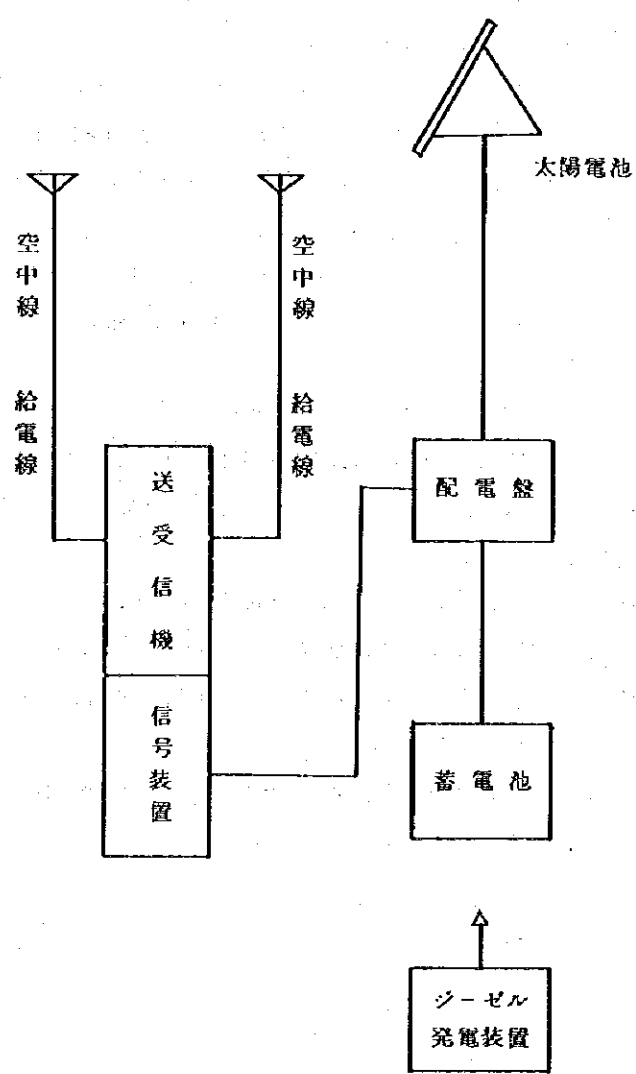
テレメーター回線システム構成図 Fig 6-3-1
 (監視制御所)



雨量水位観測所 Fig 6-3-2
 (水位計がボール式の場合の例)



中 継 所 Fig-6-3-3



2. Bicol 川水系

監視制御所 (S.C.) は Naga 市の B.P.W. Bicol River Control Office に置くのが良い。

テレメータの観測所の回線構成としては、電波伝播試験の結果から次による。

これらのテレメータネットワークの系統図は Fig 6-4 に示す、またシステム構成図については Agno 川水系と同じである。

回線構成としては、Ocampo, Ombao, Barongay は直接監視制御所 (S.C.) に接続する。なお Camaligan については有線とする。

Sipocot 川系については、地図上から中継所として Sipocot 市街地北方約 3 Km 付近の道路沿いの高所に 2ヶ所を選定したが、電波伝播試験の結果 Napolidan Sipocot の 2 局はいずれの地点でも、回線構成は可能である。メンテナンス上および周囲条件等を勘案し、学校付近の高所に選定した。しかし、Bicol 川水系については、地図上から Ocampo 又は Iriga に中継所を置くことを計画したが、電波伝播実験の結果及び保守上の条件から Iriga 市付近の高地に中継所を設置することにより Bato, Buhí, Ligao については回線構成は可能である。

洪水予報センター (F.F.C.) へのデータ伝送手段としては、Agno 川水系と同様大気圏散乱方式による 400 MHz 帯多重通信回線を導入し自動的にデータを送受する。また、洪水予報センター (F.F.C.) からテレメータ観測所、監視制御することについても Agno 川水系と同様である。

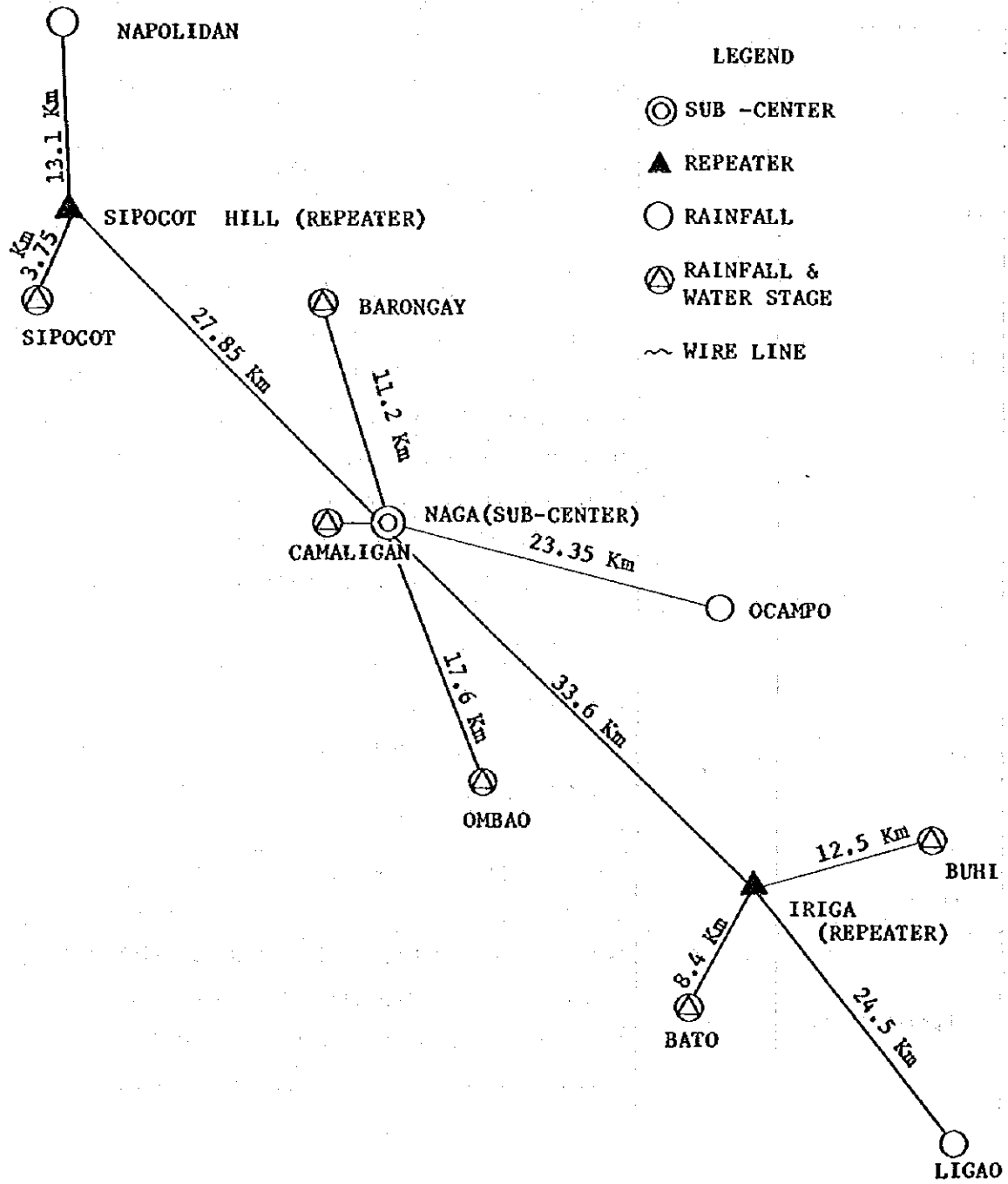
但し多重通信回線の中継所としては Manila 市郊外 Tanay に設置する。

また多重通信回線が障害等により不通になった場合のバックアップ体制についても、Agno 川水系と同様短波回線を併設する。なおテレメータの各観測所候補地点の現地調査した結果は、Table 6-2 に示すとおりである。

なお、本システムのメンテナンスを充分実施するために、監視制御所 (S.C.) に VHF 帯の基地及び陸上移動局を設けるのは Agno 川水系と同様である。

Fig. 6-4 Telemetry Network

The Bicol River



観測所等候補地点の現地調査結果 Table 6-2
(Bicol 川水系)

局名	種別	概況
Naga	監視制御所	局舎、鉄塔建設用の敷地は充分あり、回線構成上特に問題はない、局舎は2階建とするのが望ましい。
Camaligan	雨、水	B.P.W. の構内であり、有線ケーブルで監視制御所と接続する。特に問題なし。
Barongay	雨、水	敷地、周囲条件、電波伝搬上いずれも問題なし。直接監視制御所と接続する。
Ocampo	雨	Iriga 中継所で地域内をカバー出来るので、Ocampo に中継機能もたせるのは不用となった。従って Naga 市方向に対しての見とおしのみを考慮すればよいので道路付近に置局が可能であり(雨量のみ)回線構成上特に問題なし。
Iriga	中継所	No 3 ~ No 6 の4ヶ所の位置を選定したが伝搬試験の結果 No 3 の地点が中継所として最適である。 敷地はヤシ畑(私有地)であり、周囲に障害物もなく、Naga Buhi, Bato, Ligao 各方向に対しても特に問題なし。
Buhi	雨、水	Buhi 湖の湖水付近の水際に局舎の建設を予定しているが、局舎はなるべく高い所に設置する方が望ましい。 Iriga 中継所間の伝搬上の問題は特になし。
Bato	雨、水	Iriga 中継所とは近距離のため回線構成上、敷地共特に問題はない。
Ligao	雨	基本調査で選定した地点でも一応回線構成は可能であるが、必ずしも良い回線ではない。 水文的に問題をければ極力 Ligao の町の附近へ近づける方が望ましい。また、こうすることによって道路条件、保守条件が良くなる。
Ombao	雨、水	敷地、周囲条件、電波伝搬上いずれも問題なし。直接監視制御所に接続する。
Sipocot Hill	中継所	No 1, No 2 の2ヶ所を机上で選定したが、伝搬試験の結果、Naga, Sipocot, Napolidan 方向いずれも問題なし、用地の取得、その他特に問題なければ Sipocot No 2 を優先する。附近に障害物もない。中継所の名称を Sipocot Hill とする。

局名	種別	概況
Sipocot	雨水	中継所と近距離のため伝搬上の問題はない。 現在の局舎建設予定地点では、保守に行くのに若干の困難を伴うのでこの点について考慮を要する。
Napolidan	雨	現在の水位計の位置では回線構成上問題があるが、今回この地点では水位を必要としないので雨量観測所を国道付近に置局すれば特に問題なし。