社会開発協力部報告書

No. 7

ブラジル国
イタジャイ河下流域治水計画
事前調査報告書

昭和63年9月

国際協力事業団

開 二
[redacted]
88—130

18492
JICA LIBRARY
1071413[7]

国際協力事業団
18492

ブラジル国

イタジャイ河下流域治水計画

事前調査報告書

昭和63年 9 月

国際協力事業団

序　　文

日本国政府は，ブラジル国政府の要請に基づき，同国サンタ・カタリーナ州を貫流するイタジャイ河下流部における治水計画に関するフィージビリティ調査を行うことを決定し，その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

国際協力事業団は，昭和63年6月27日から7月11日までの15日間にわたり事前調査団を同国に派遣し，Scope of Work (S/W) について協議を行った。

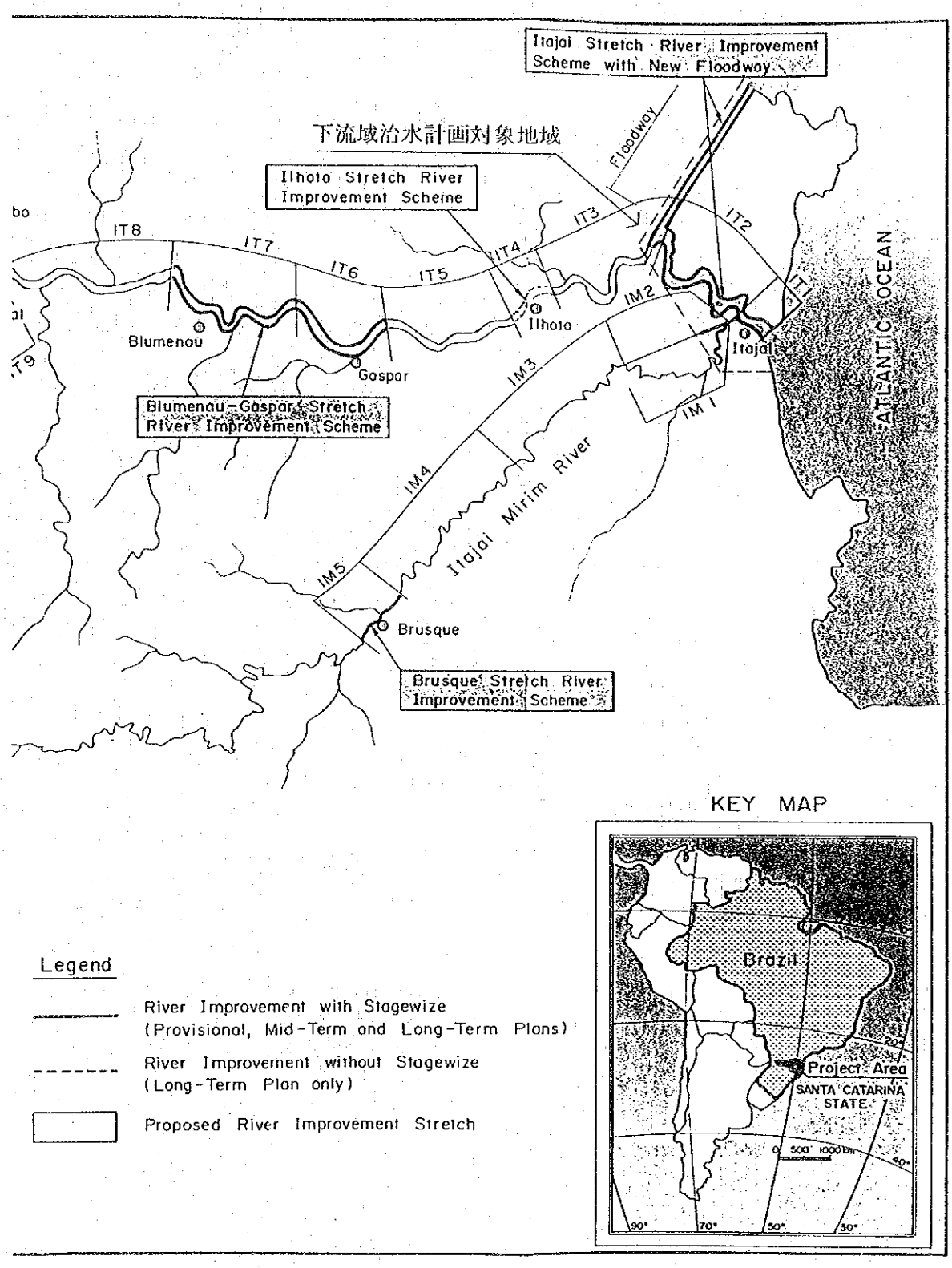
本報告書は，その結果を取りまとめたものである。

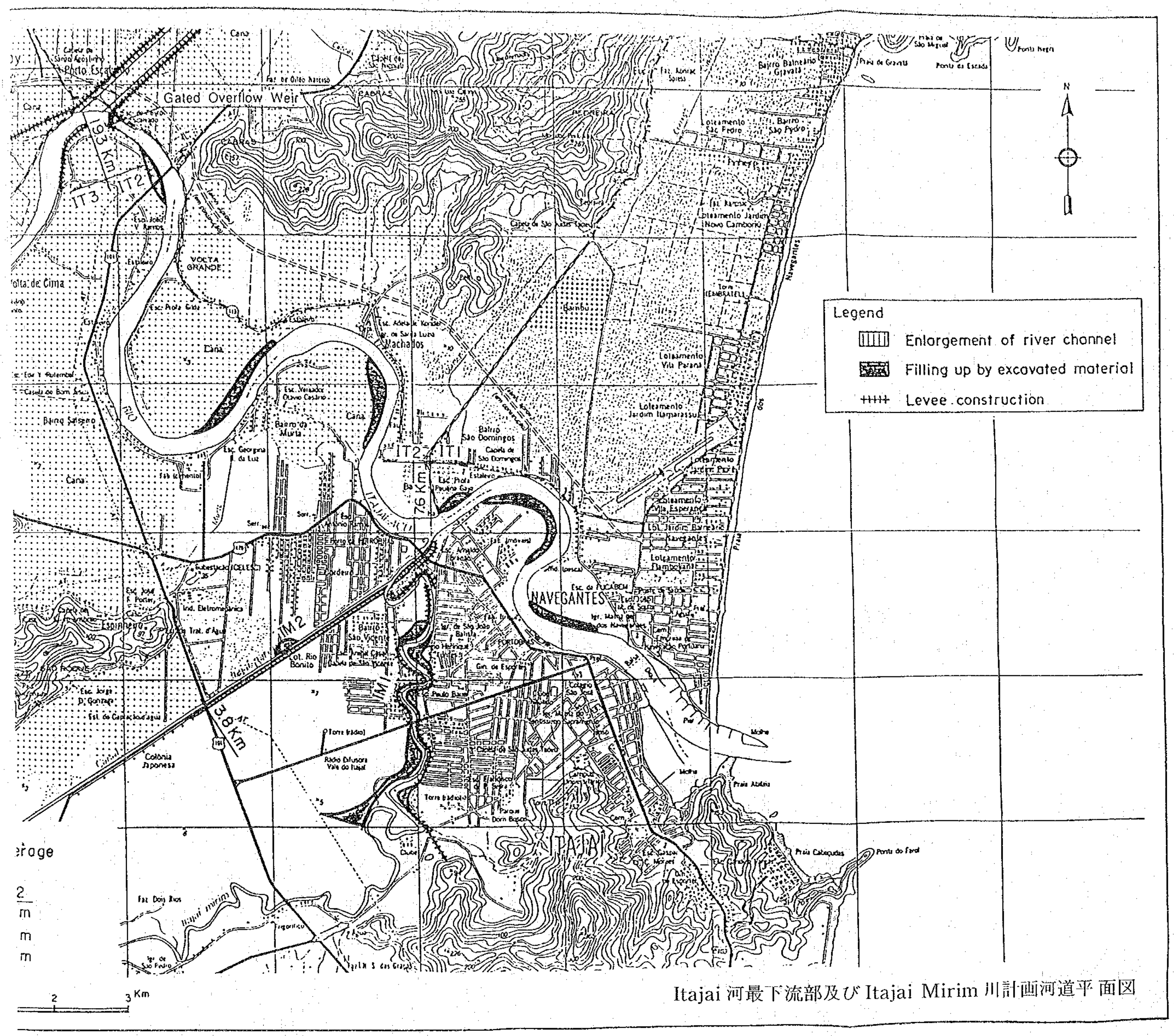
本報告書が今後の本格調査を立案検討し実施するに際し，参考となることを期待するとともに，今回の調査実施にあたり多大の御協力をいただいたブラジル国政府，在ブラジル大使館，在リオ・デ・ジャネイロ総領事館並びに関係各位に対し厚く御礼申し上げる次第である。

昭和63年9月

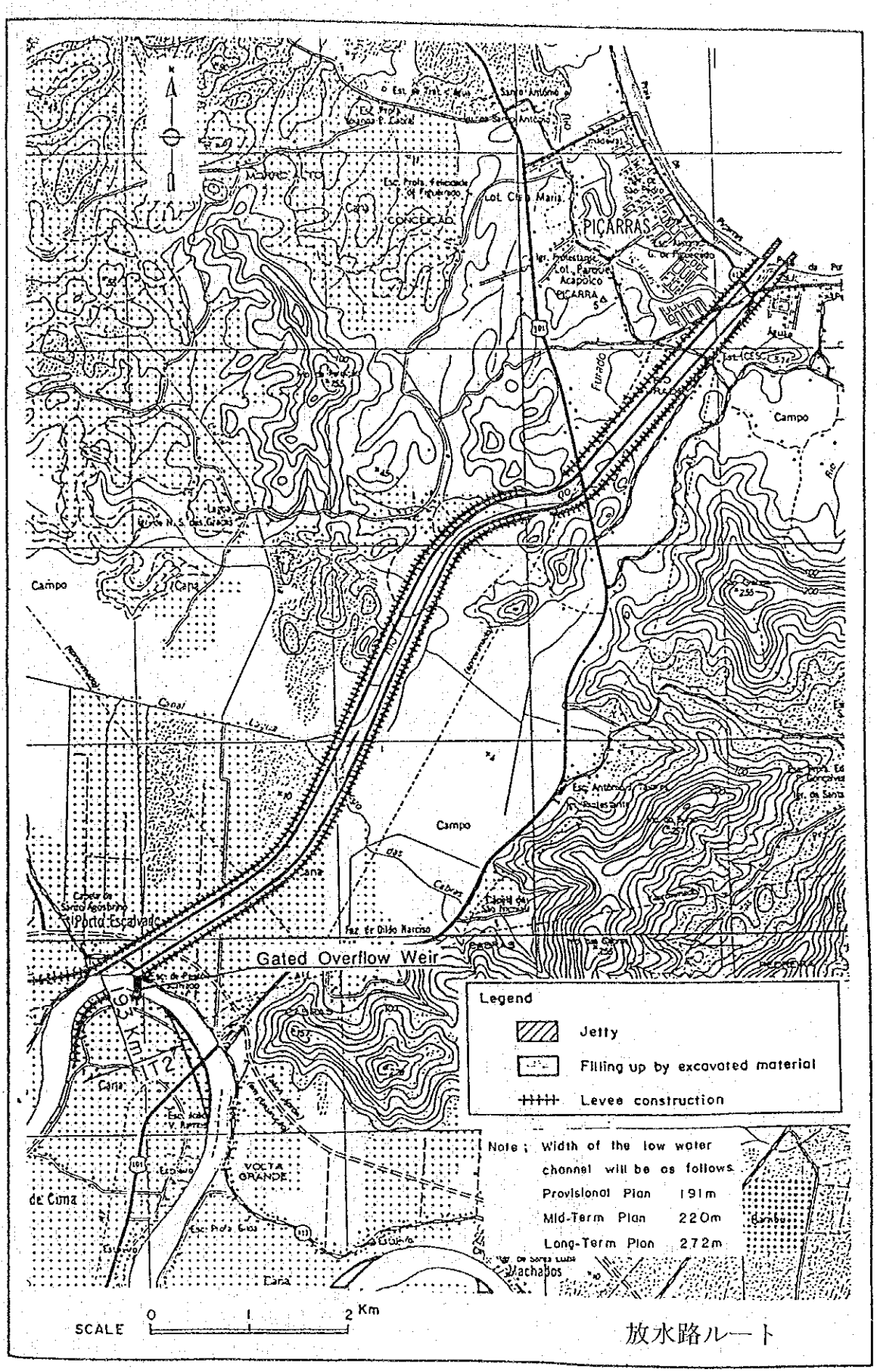
国際協力事業団
理事　玉　光　弘　明

プロジェクト全体位置地図

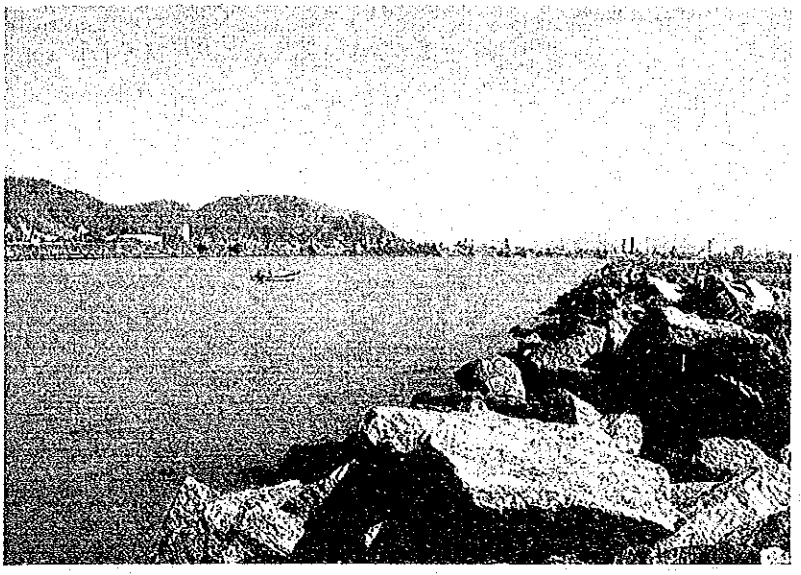




Itajai 河最下流部及び Itajai Mirim 川計画河道平 面図


PIÇARRAS
CONCEÇÃO
Campo
Campo
Campo
Canal
Gated Overflow Weir
Porto Escavado
VOLTA GRANDE
Legend
Jetty
Filling up by excavated material
Levee construction
Note ; Width of the low water channel will be as follows
Provisional Plan 191m
Mid-Term Plan 220m
Long-Term Plan 272m
SCALE 0 1 2 Km

放水路ルート



イタジャイ河河口

左岸（ナベガンテス）の
導流堤突端より上流右岸
（イタジャイ市）を眺む。

イタジャイ・ミリム川の
放水路（捷水路）

国道より上流を眺む。

イタジャイ・ミリム川

イタジャイ河本川との
合流点を眺む。

放水路予定地

サトウキビ畑になっている。

計画放水路吐口部

ピサラス海岸に注ぐ小河川に吐口部を予定している。

ピサラス海岸

計画放水路吐口部の左側に広がるリゾート海岸である。

目　　次

序　文

地　図

写　真

第１章　序　論……1

1．　事前調査の目的……3

2．　相手国受入機関……3

3．　事前調査団の構成……3

4．　事前調査の日程……3

第２章　事前調査結果の概要……5

1．　要請の背景，経緯……7

2．　要請の内容……7

3．　第１フェーズでの実績及び予算計画……7

4．　S/W, M/M 協議及び結果 ……8

5．　主要面会者……9

第３章　イタジャイ河下流域の概要……23

1．　対象地域……25

2．　社会経済状況……25

3．　地形及び土地利用状況……28

4．　気象・水文状況……30

5．　洪水被害状況……30

6．　洪水対策の施設及び関連工作物等……30

7．　治水計画……30

第４章　本格調査の内容……43

1．　調査の基本方針……45

2．　調査対象地域……46

3．　調査の内容……46

3－1　資料収集……46

3－2　測量調査……47
3－3　地質調査……50
3－4　潮流等調査……50
3－5　調査解析……51
3－5－1　水理・水文解析……51
3－5－2　洪水被害分析……52
3－5－3　河川改修計画の策定……52
3－5－4　施工計画及び積算……52
3－5－5　維持管理計画の策定……52
3－5－6　経済評価……52
3－5－7　環境影響調査……52
3－6　レーダー雨量システムの概念設計……52
4．調査工程……53

第1章　序　　論

第1章　序　　論

1.　事前調査の目的

ブラジル国政府の要請に基づき，同国サンタ・カタリーナ州を貫流するイタジャイ河下流部における治水計画のフィージビリティー調査を実施するものであり，今回は実施調査のS/Wを協議・署名することを目的として事前調査団（S/W協議）を派遣した。

2.　相手国受入機関

かんがい省工事保全局（DNOS）

Departomento Nacional de Obras de Saneamento

3.　事前調査団の構成

	氏　名	担当分野	所　　属
1)	山　田　俊　郎	総括/河川計画	建設省河川局河川環境対策官
2)	猪　股　　純	水文・文理	建設省河川局建設経済局国際課海外協力官
3)	高　間　英　俊	調査企画	JICA社会開発協力部開調2課課長代理

4.　事前調査の日程

1)　調査期間　昭和63年6月27日～7月11日（15日間）

2)　日　程

6月27日　東京

28日　――リオ・デ・ジャネイロ移動

JICAリオ・デ・ジャネイロ事務所にて打合せ（リオ泊）

29日　DNOS（工事保全局）表敬及び協議

30日　リオからフロリアノポリスへ移動

サンタ・カタリナ州知事，電力公社総裁表敬（フロリアノポリス泊）

7月1日　現地踏査

イタジャイ河本川下流域

ピサラス海岸

放水路予定地

ガスパル――ブルメナウ間（ブルメナウ泊）

2日　現地踏査

ブルメナウ市周辺

イタジャイ市周辺

ミリム河川口付近（イタジャイ泊）

3日　現地踏査

ナベガンチス市周辺

ナベガンチス――リオ移動（リオ泊）

4日　DNOSにて協議（リオ泊）

5日　DNOSにて協議

S/W署名（リオ泊）

6日　M/M署名（リオ泊）

7日　リオ――ブラジリア移動

JICA，大使館，ABC挨拶（ブラジリア泊）

8日　ブラジリア――リオ――　（機中泊）

9日　――ニューヨーク（ニューヨーク泊）

10日　ニューヨーク――　（機中泊）

11日　――東京

第２章　事前調査結果の概要

第2章　事前調査結果の概要

1. 要請の背景，経緯

(1) イタジャイ河は下流域を中心に毎年のように洪水被害を受けており1983年，84年の大洪水ではブルメナウ市，イタジャイ市を中心に被害を受け，特に83年7月には死者60名，家屋流失4万戸の被害を出した。

(2) このためブラジル国は1985年同河流域治水計画策定のための調査を我が国に要請し，これを受けて86年3月から88年2月まで本格調査を実施し，イタジャイ河流域の治水基本計画（M/P）を策定するとともに，緊急計画の一環として中流域のブルメナウ～ガスパル間の河川改修，内水排除を中心としたF/Sを実施した。

(3) ブラジル国政府は，88年1月イタジャイ中下流域のマスタープラン調査で提案されたイタジャイ河下流域の放水路計画を中心とする治水計画に関し，フィージビリティー調査を要請越したものである。

2. 要請の内容

イタジャイ河流域の治水基本計画（M/P）に沿った次の下流域を対象としたフィージビリティー調査の実施

① イタジャイ河河口部より上流約20kmまでの本川

② イタジャイ河支川のイタジャイ・ミリム川

③ 計画放水路

④ その他

3. 第1フェーズでの実績及び予算計画

DNOSによるPhase I（Blumenau-Gaspar間河川改修）計画にかかる実施予算は次のとおりである。

①	Phase IのF/Sによるコスト（必要額）		65百万ドル
②	現在使用額		3百万ドル
③	現在承認額	流域全体	10百万ドル
		B—G間	2.5百万ドル

④ DNOS全体の工事費のうち，イタジャイ河にかかる経費は10%に当る。

⑤ DNOS側は引続き日本側に借款の要請を行うとのことである。

4. S/W，M/M 協議及び結果

S/W の内容は，技術的内容と双方のとるべき措置についての内容に分けることができるが，そのそれぞれについて次のとおり大きな相違点があった。後者については，第1フェーズ同様 DNOS の問題でなく外務省サイドの問題であるので，ブラジリアにて同時平行的に協議が進められた。

(1) 計画放水路の確率洪水のとり方については，DNOS は当初より25年分の1を主張したのに対して，我が方は全体計画との整合性，現状の伯側の予算等を勘案して10年分の1を主張した。しかし，M/M 第6項のとおり我が方案に歩み寄った。しかし，M/P レベルのコスト計算，概念設計を行うこととする。(技術編参照)

(2) 伯側の undertakings 項について，伯政府（Government of Brazil）となっているのを伯側(The Brazilian side)とすることで合意。それと対応して，JICA 側 undertakings の項では JICA → The Japanese side と訂正した。

M/M の内容については，次のとおりである。

(1) DNOS は，第1フェーズの F/S（ガスパル～ブルメナウ間河川改修）の進捗状況を説明。上述のとおりの予算措置をしている旨発言があった。

(2) DNOS 側は特に日本側に次の要請をした。

① 地質調査

② 地形測量

③ 必要資機材

(3) この項目は地形測量及び海象観測時に必要となるので特に重要である。

① 計画放水路の測量に際しての立入り許可の取得すること。

② ピサラス海岸での海象調査のための定期的な観測をすること。

(4) 日本側は本格調査に関し，前回同様の DNOS 側の便宜供与を与えることを要請し，これに対して，DNOS は了承した。

(5) 日本側は，本案件については DNOS だけでなく，DNAEE(電力公社)，州，自治体等への調整が必須なので，DNOS の主催でコーディネージョン・コミッティを作るよう要請。これに対して DNOS は，①他の組織からカウンターパートという形で参加させること及び，②必要に応じて，関係者を会議に招待すること，と応答した。

(6) 確率洪水のとり方については，前述のとおり。

(7) 上記に関連して計画放水路を計画するのに際し，ピサラス側に洪水被害を及ばないよう留意すること。

(8) サンタ・カタリナ州側からの提案であるが，F/S 結果をもとにした工事終了までは時間がかかるので，洪水予警報という形で流域内の関係団体に河川情報を提供したいとの

ことで，ついては，流域全体の河川情報システムの概念設計を行うこと。

S/W，M/M は次頁以降のとおりである。

5. 主要面会者

(1) DNOS 側

氏　名	職　位
JEFFERSON OE ALMEIDA	DNOS 次長
PEDRO E.P. CUNHA	かんがい省大使（外務部）
PAULO POGGI PEREIRA	DNOS 計画局長
SILVIO M. GASPAR	DNOS 調整官
AFONSO V. FILHO	DNOS 14管区局長

(2) サンタ・カタリナ州

イボ	知事
ニシカワセイジ	知事特別補佐官
Nogert Wiest	州電力公社総裁

(3) 日本大使館

佐々木　伸太郎	公使
高　橋　　忍	書記官

(4) 在リオ・デ・ジャネイロ総領事館

塚　田　千　裕	総領事
辻　川　英　高	領事

(5) JICA ブラジル事務所

鈴　木　昭　雄	所長
村　上　正　博	所員

(6) JICA リオ・デ・ジャネイロ事務所

加　茂　富士郎	所長
梅　沢　清　正	所員
平　間　浩　二	所員

(7) その他

フジカワトミエ	通訳

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY ON FLOOD CONTROL PROJECT
IN THE LOWER ITAJAÍ RIVER BASIN

AGREED UPON BETWEEN
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

RIO DE JANEIRO
JULY 5, 1988

Mr. JEFFERSON DE ALMEIDA
Deputy General Director of
Departamento Nacional de
Obras de Saneamento

山田俊郎

Mr. TOSHIRO YAMADA
Leader of Preliminary Survey Team,
Japan International Cooperation
Agency

1

I. INTRODUCTION

In Response to the request of the Government of Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "Brazil"), the Government of Japan decided to implement The Feasibility Study on Flood Control Project in the Lower Itajai River Basin (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with Basic Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Brazil.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of Brazil.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

(1) to conduct the feasibility study on an optimum river improvement plan in the lower Itajai River basin which is recommended to work out in the master plan study; and

(2) to perform technology transfer to the Brazilian counterpart personel.

III. STUDY AREA

The study will cover the area of approximately 380 Km^2 at the lower part of the Itajai River Basin including the main Itajai River, the Itajai Mirim River, and the proposed floodway.

IV. OUTLINE OF THE STUDY

In order to achieve the objectives mentioned above, the Study shall cover the following items.

1. Data collection and review of previous studies:

(1) National and regional socio-economy;
(2) Meteorology and hydrology;
(3) Soil and geology;
(4) Existing riparian facilities and other relevant facilities;

(5) River itself and its water utilization;
(6) Present land use and assets in the area;
(7) Past flood and their damage records; and
(8) Other related data and Information.

2. Topographic survey of the study area:

(1) Topographic mapping; and
(2) Longitudinal and cross-sectional surveys.

3. Geological investigation:

(1) Field reconnaissance;
(2) Test boring; and
(3) Soil sampling tests and river-bed material tests.

4. Observation of the movement of sediment load in the Piçarras coast:

(1) Tide water levels;
(2) Direction and velocity of tidal current;
(3) Wave height and direction; and
(4) Sounding for grasping the topographic conditions.

5. Study and analysis:

(1) Hydrological and hydraulic analysis;
(2) Flood damage analysis;
(3) River improvement plan;
(4) Preliminary design of the required facilities and the proposed floodway;
(5) Estimation of construction cost;
(6) Project evaluation;
(7) Social and environmental impact; and
(8) Recommendations

V. STUDY SCHEDULE

The Study will generally be carried out in accordance with the attached tentative schedule.

VI. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Brazil.

1. Inception Report

Twenty (20) copies within one (1) month from the date of the commencement of the Study, covering the method of approach, plan of operation, etc.

2. Progress Report
   Twenty (20) copies within eight (8) months from the date of the commencement of the Study;

3. Interim Report
   Twenty (20) copies within thirteen (13) months from the date of the commencement of the Study;

4. Draft Final Report
   Main report ----------Twenty (20) copies
   Supporting reports ----------ten (10) copies
   Compiled data and information ---one (1) copy
   within sixteen (16) months from the date of the commencement of the Study covering all studies and analysis with enough supporting data. DNOS will submit their comments within forty-five (45) days after receipt of the Draft Final Report.

5. Final Report
   Main report ----------Thirty (30) copies
   Supporting reports ----------Twenty (20) copies
   Compiled data and information -----one (1) copy
   within two (2) months after the receipt of the comments on the Draft Final Report.

VII. UNDERTAKINGS OF THE BRAZILIAN SIDE

1. The Government of Brazil will accord privileges, immunities and other benefits to the Japanese Study Team in accordance with the Basic Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Brazil.

2. To facilitate smooth conduct of the Study, the Brasilian Side shall take necessary measures:
   (1) to secure the safety of the Japanese Study Team;
   (2) to permit the members of the Japanese Study Team to enter, leave and sojourn in Brazil for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees;

(3) to exempt the members of the Japanese Study Team from taxes, duties and any other charge on equipment, machinery and other materials brought into Brazil for the conduct of the Study;

(4) to exempt the members of the Japanese Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in conection with any emolument or allowance paid to the members of the Japanese Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;

(5) to provide necessary facilities to the Japanese Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Brazil from Japan in connection with the implementation of the Study;

(6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study;

(7) to secure permission for the Japanese Study Team to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Brazil to Japan;

(8) to secure permission for the use of radio communication facilities; and

(9) to provide medical services as needed. Its expences will be chargeable on members of the Japanese Study Team.

3. The Brasilian Side shall bear claims, if any arises against the members of the Japanese Study Team resulting from,occuring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the Japanese Study Team.

4. Departamento Nacional de Obras de Saneamento (hereinnafter referred to as "DNOS") shall act as counterpart agency to the Japanese Study Team and also coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

5. DNOS shall, at its own expense, provide the Japanese Study Team with the followings, in cooperation with other relevant organizations;

(1) avaliable data and information related to the Study;

(2) counterpart personnel, technical supporting staff, clerical staff etc;

(3) suitable office space with necessary equipment in Florianopolis;

(4) adequate means of transportation for the Study;
(5) assistance in making arrangements for accomodation required for the Study (Expenses to be born by the Study Team); and
(6) credentials or identification cards.

VIII. UNDERTAKINGS OF THE JAPANESE SIDE

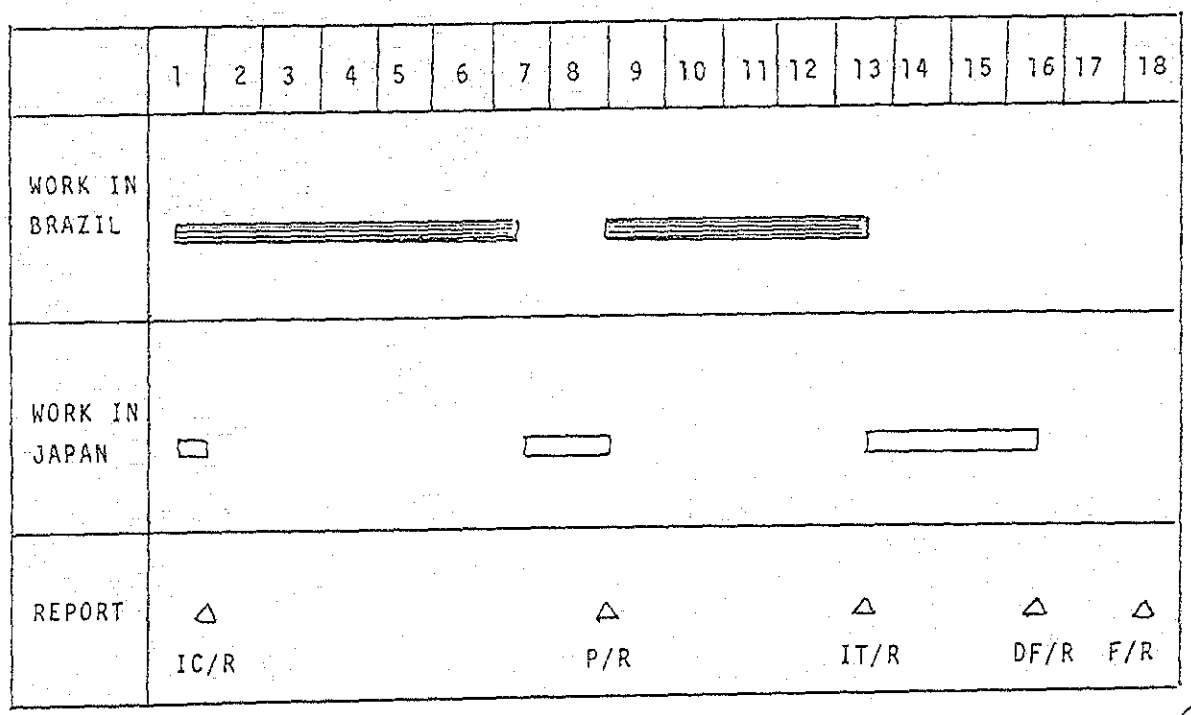
For the implementation of the Study,the Japanese Side shall take the following measures:

(1) to dispatch, at its own expenses, Study Team to Brazil; and
(2) to pursue technology transfer to the Brazilian counterpart personnel in the course of the Study.

IX. JICA and DNOS shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

ANNEX

TENTATIVE STUDY SCHEDULE



NOTE IC/R: Inception Report
P/R : Progress Report
IT/R: Interim Report
DF/R: Draft Final Report
F/R : Final Report

Minutes of Discussions between Preliminary Survey Team and DNOS Officials.

In response to the request of the Government of Brazil, the Japanese Preliminary Survey Team was sent by Japan International Cooperation Agency to discuss Scope of Work (S/W) for the Feasibility Study on Flood Control Project in the Lower Itajaí River Basin in Brazil.

The Team headed by Mr. T. Yamada staying in Brazil from June 28 to July 8, 1988, carried out field reconnaissance survey in the Basin. The Team also discussed on the scope of work to be undertaken by the both sides for the successful execution of the Study.

The main items which were mutually understood by the Team and Departamento Nacional de Obras de Saneamento(DNOS) are as follows.

1. DNOS firstly explained that the implementation of the Phase I Study i.e. the Blumenau-Gaspar Stretch improvement project had already started with DNOS own budget in accordance with the Feasibility Study.

2. DNOS requested the following items to the Team:

1) Geological investigation
2) Topographic survey; and
3) Neccessary equipment.

The Team responded that concerning the first two

items above JICA was planning to hire relevant local firms on the sub-contract basis. In this case, JICA asked DNOS to provide sufficient cooperation with the JICA Study Team.

Concerning item 3) JICA will send the equipment to observe the movement of the sediment load in the Piçarras coast and other neccessary machines as long as the budget is allowed.

3. DNOS stated that it would be responsible for the following two items related to the above:

1) to obtain permission for the Study Team to conduct topographic survey on and off shore and give compensation, if neccessary, to the owners of the lands to be surveyed; and
2) to conduct the regular observation works in the Piçarras coast with the equipment set by the Study Team.

4. The Team requested DNOS to provide the same level of the services as in Phase I with the Study Team. The services include vehicles with drivers, office spaces, etc. DNOS responded that they would give them to the Study Team.

5. The Team proposed to form a coordination committee to organize various authorities related to water resources, under the DNOS's chairmanship. DNOS replied that it would appoint necessary counterparts from the other organizations as same as in Phase I. Moreover, DNOS will occassionally invite the staff of these organizations to the meetings concerning the important matters during the study period, instead of forming a committee.

6. DNOS proposed that the planned floodway would

be studied with 25 year return period. The Team replied that the Feasibility Study would be carried out with 10 year return period as a provisional project in harmony with the previous study.

The Team suggested that considerations on mid-term and long-term plan could be included in the study on the supplementary basis, within the allocated budget.

7. There was agreement regarding the need to have a control structure in order to avoid any inundation at Piçarras due to water diverted from the Itajaí River.

8. The Representative of the Government of the Estado de Santa Catarina requested to work out a conceptual idea of rainfall observation system by means of a radar, covering the Itajaí River Basin, in order to provide quick information on flood to related organizations in the Basin.

This is mainly because the system will minimize the damages until the implementation of the feasibility studies are realized.

DNOS supported the above proposal of the State.

9. The attendants in the meeting are listed in the attached sheet.

Rio de Janeiro, July 6, 1988.

Mr.SILVIO MOTA GASPAR
Planning Coordinator of the Departamento Nacional de Obras de Saneamento.

Mr. TOSHIRO YAMADA
Leader of Preliminary Survey Team, Japan International Cooperation Agency.

LIST OF ATTENDANTS

MEETING IN DNOS - RIO

JULY 5, 1988

TOSHIRO YAMADA	Vice-director of Planning Division, River Bureau, Ministry of Construction.	山田俊郎
JUN INOMATA	Deputy-director of International affairs division, Ministry of Construction	猪股 純
HIDETOSHI TAKAMA	Deputy Head, Division of 2nd Development Survey, JICA	高間英俊
HIDETAKA TSUJIKAWA	Consul do Consulado Geral do Japão do Rio de Janeiro	
KIYOMASA UMEZAWA	Escritório Anexo - Consulado Geral do Japão	
KOJI HIRAMA	Escritório Anexo - Consulado Geral do Japão	平間浩二
JEFFERSON DE ALMEIDA	Diretor Geral-Substituto DNOS/Rio	
PAULO POGGI PEREIRA	Diretor de Estudos e Projetos - DNOS/Rio	
SÍLVIO MOTA GASPAR	Coordenador de Planejamento - DNOS/Rio	
AFONSO VEIGA FILHO	Diretor Regional 14ª DR DNOS - SC	
SEIJI NISHIKAWA	Assessor Especial do Governador de Estado Santa Catarina	
NELSON AZAMBUJA	Chefe DPO - 14ª DR DNOS SC	
IGNEZ MUCHELIN SELLES	Arquiteta - DNOS/Rio	

CRISTINA CANALE PEREIRA	Economista - DNOS/Rio	
ZELINDA TOMIE FUJIKAWA	Intérprete	
PEDRO E. PENNER DA CUNHA	Chefe da Assessoria de Cooperação Internacional (Ministério da Irrigação)	

第３章　イタジャイ河下流域の概要

第3章　イタジャイ河下流域の概要

1.　対象地域

イタジャイ河流域は図3－1に示すようにブラジル南部地方サンタ・カタリーナ州に位置する。イタジャイ河は流域の南西部の標高約1,800mの山岳部にその源を発し，上流部は，イタジャイ・ド・スル川（流域面積2,400km²）と呼ばれる。その源流は北流しリオ・ド・スル市においてイタジャイ・ド・オエステ河（流域面積3,500km²）と，ヌイビラマ市付近においてイタジャイ・ド・ノルテ川（流域面積3,300km²）と合流する。その後，流れを東に変え，いくつかの支流を合流しながら本流域最大の都市であるブルメナウ市を通る。

イタジャイ市においてイタジャイ・ミリム川（流域面積1,760km²）を合流して大西洋に注いでいる。その流域は樹状を呈しており，流域面積は約15,220km²，流路延長は約250kmである。

本調査の対象地域は，このイタジャイ河の最下流部地域（イタジャイ・ミリム川下流域を含む）及び，計画放水路周辺地域の約380km²である。イタジャイ河下流部は右岸側に流域内第2の都市イタジャイ市，左岸側にナベガンテス市がある。また，放水路周辺地域はピサラス市があり，放水路の出口付近は海水浴場となっている（図3－2）。

2.　社会経済状況

1980年国勢調査時のイタジャイ河流域内人口は約67万人で，サンタ・カタリナ州の18%に当たる。流域内の人口の64%（42.8万人）はイタジャイ河本川及び支川沿いの都市域に住んでいる。人口2万人以上の都市は，ブルメナウ市（15.5万人）他6都市が存在する。将来人口は2000年で96.3万人，2020年で122.6万人になると予想されている。

主要都市の人口を表3－1に示す。

表3－1　主要都市の人口

都市名	1980年（実績）	2000年	2020年
Blumenau	15.5万人	29.8万人	42.7万人
Itajai	8.7	14.2	19.4
Brusque	4.1	5.7	7.1
Rio do Sul	3.6	5.8	7.8
Indaial	2.9	4.2	5.4
Gaspar	2.6	4.1	5.5
Ibirama	2.4	2.9	3.4

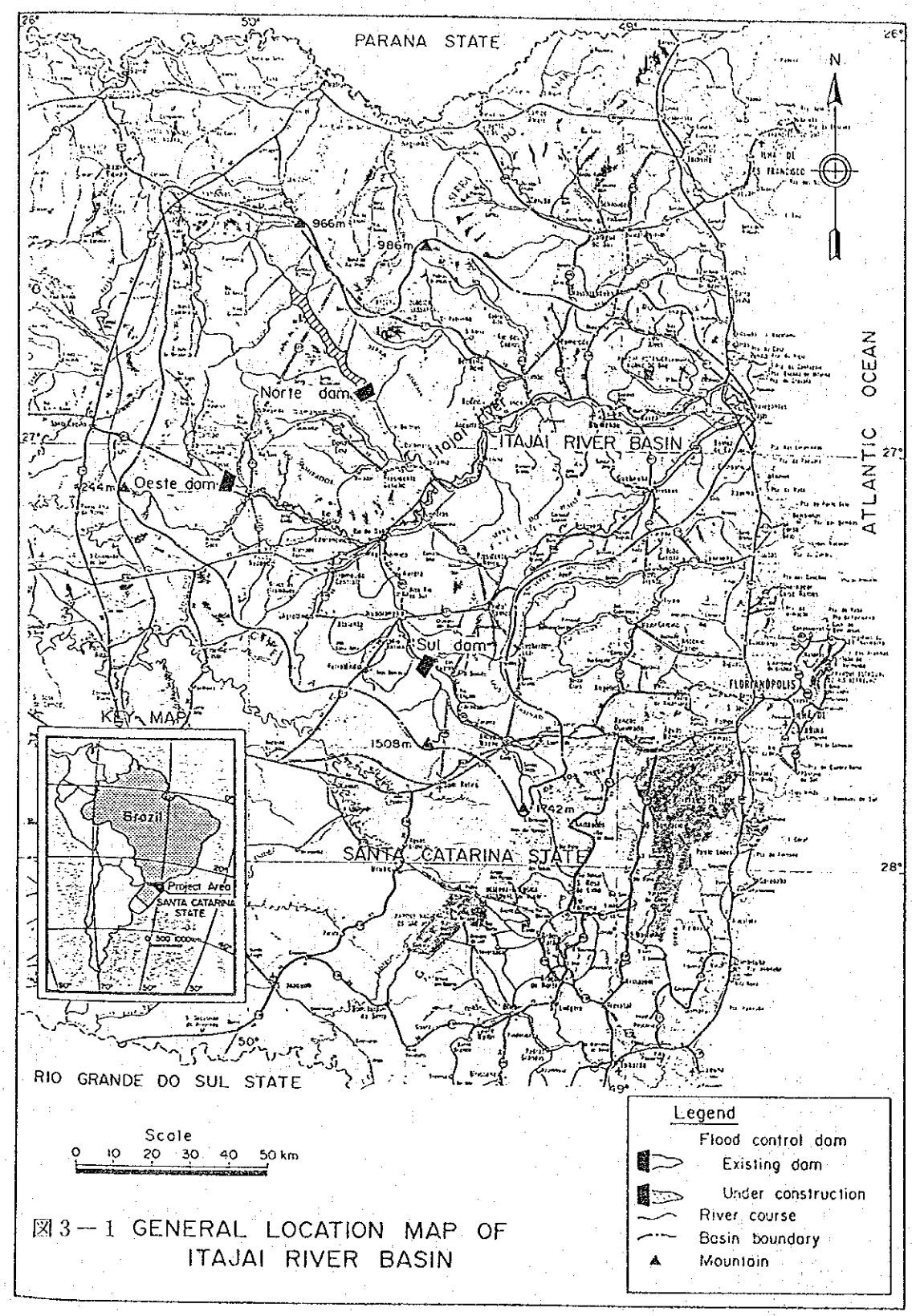


図3－1 GENERAL LOCATION MAP OF ITAJAI RIVER BASIN

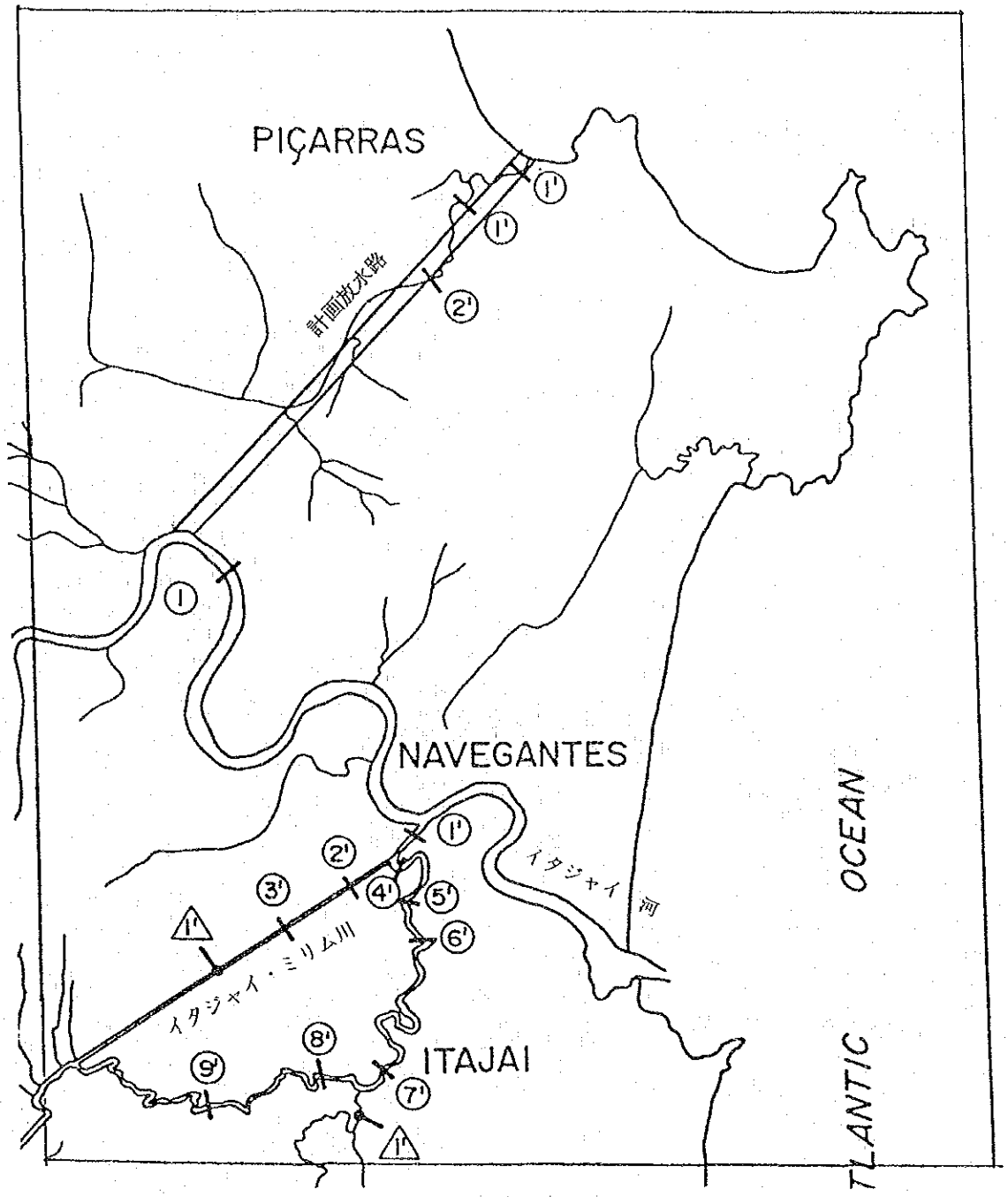

PIÇARRAS
計画放水路
NAVEGANTES
イタジャイ河
イタジャイ・ミリム川
ITAJAI
OCEAN
TLANTIC

図３－２　対象地域

下流域のイタジャイ市，ナベガンテス市の人口は1970年でそれぞれ6.3万人，0.9万人，1980年で8.6万人，1.2万人である。

イタジャイ河流域の主要経済は農業と製造業であり，主要農産物は米，大豆，とうもろこし，トマト等で，畜産業として牛が飼われている。また，工業は織物，食品加工，製糖，造船等である。

3. 地形及び土地利用状況

イタジャイ河流域は大きく分けてイタジャイ河とイタジャイ・ミリム川の流域からなり，イタジャイ山脈が両流域の境界をなしている。流域の外縁は標高500m～1,800mの連続した山脈で囲まれ，イタジャイ河の上流域は山脈によってイタジャイ・ド・スル川，イタジャイ・ド・オエステ川及びイタジャイ・ド・ノルテ川の支川に分かれている。これらの支川は更に小支川が樹枝状に合流しているが，イタジャイ・ミリム川にあっては大きな支川がみられない。

イタジャイ山脈及びイタジャイ河中流部左岸側の両流域を除けば総体的に斜面勾配は緩く，ところによっては丘陵地の様相を示している。イタジャイ河は図3－3に示すように，その特異な河床勾配により，上・中・下流の3つに区分されるが，本調査の対象となる最下流部は1/10000以下の非常に緩い勾配を示している。

新生代の未固結堆積物はイタジャイ河本川イタジャイ・ミリム川等の下流部に30m以上の厚さで広く分布し，沖積平野を構成している。

イタジャイ川流域の土地利用現況を表3－2に示した。

表3－2　イタジャイ河流域の土地利用現況

用途	面積 (ha)	構成比 (%)
耕作地	304,951	20.0
牧草地	293,022	19.3
森林	306,800	20.2
未利用地	61,366	4.0
開発不適地 (荒地等)	111,618	7.3
用途不明	429,193	28.2
市街地	15,150	1.0
計	1,522,100	100.0

農業用地（耕作地，牧草地，森林）は流域全体15,221km²のうち59.4%の9,047km²を占めている。下流域の農地では米，さとうきびが主に作付けられており，計画放水路周辺地域にもさとうきび畑が広がっている。

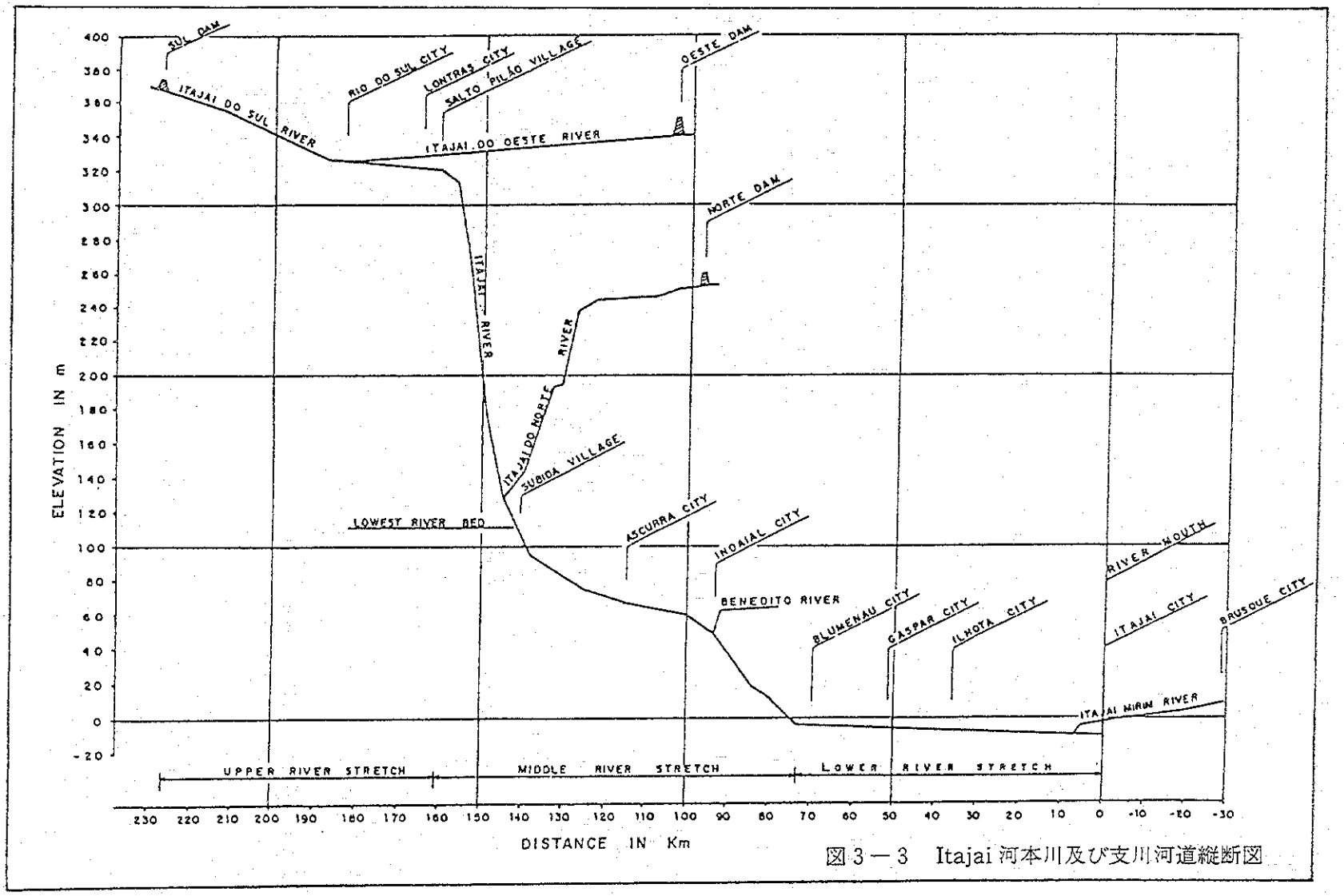


図3－3　Itajai 河本川及び支川河道縦断図

4. 気象・水文状況

イタジャイ河流域での年平均降雨量は最下流部のイタジャイ市で19.7℃，ブルメナウ市で20.1℃である。

1976年より1985年の間の年平均降雨量は1,630mmであり，イタジャイ河本川沿いで1,500mmである。

1976年より1985年の間の月平均流量は本川中流部のIndaialで286.3m³/s，イタジャイ・ミリム川中流のBrusqueで31.5m³/sである。雨期は7～12月，乾期は1～6月で雨期における月平均流量は乾期の約1.2倍である。

5. 洪水被害状況

ブルメナウ市の洪水記録によれば1852年から1985年までの134年間におけるイタジャイ河の洪水被害発生回数は58回であり，ほぼ2年に1回は洪水被害を受けていることになる。最近の大きな洪水としては1983年7月，1984年8月の洪水があり，特に1983年7月の洪水は過去最大のものと言われている。イタジャイ河流域の主要地点における1983年7月6日から12日までの7日間の総雨量を表3－3に示す。

また，1983年7月洪水による氾濫域を図3－4に示す。氾濫面積は300km²に及び，河川沿いの農地はもとより都市部も甚大な被害を受けている。

6. 洪水対策の施設及び関連工作物等

DNOSは現在イタジャイ河においてブルメナウ～ガスパル区間，リオドスル～ロントラス区間，及びイタジャイ・ミリム川のイタジャイ～ブルスク間で河川改修工事を実施中である。1988年予算はDNOS全体で120億クルザード，うちイタジャイ河には約10%の12億クルザードが投入されている。しかしながら，工事の進捗は財政上の制約とインフレによる目減りにより大幅に遅れている。

護岸工はブルメナウ市部及びブルスク市部でのみ建設されている。イタジャイ河河口部には，左岸側に石張り水制が約1.3km区間に約130mの間隔で施されている。河川堤防はイタジャイ河及びその支流には全くといっていいほど建設されていない。

イタジャイ河河口付近には2箇所のフェリー発着所が建設されている。また河口には農業産品，木林の積出し港及び漁港として使用されている港湾施設がある。

既存の河川構造物及び河川関連構造物を図3－6に示す。

7. 治水計画

1988年1月に策定されたイタジャイ河流域治水計画において，下流部イタジャイ市，ナベ

ガンテス市の両市を守る治水施設として放水路及び分流堰等が提案された。計画規模は長期(50年確率)，中期（25年確率）及び暫定（10年確率）の3段階が計画された。

図3－7～10にそれぞれの流量配分図及び放水路の横断図を示す。

表3－3　1983年7月洪水の7日間雨量

観測地点	7日間雨量	1/200確率雨量
イッポランガ（スルダム近傍）	354 mm	310 mm
タイオ（オエステダム近傍）	361 mm	295 mm
アピオケ（イビラマ市近傍）	296 mm	260 mm
ガルシア（ブルメナウ市近傍）	324 mm	325 mm

表3－4　洪水被害額

単位：千クルゼーロス

ガスパル市		イロタ市		イタジャイ市	
区分	被害額	区分	被害額	区分	被害額
橋梁	138,700	橋梁	2,855	橋梁	191,500
道路	1,295,870	道路（市内）	22,282	道水路（市内）	4,770,738
学校施設	4,595	道路（郊外）	227,278	道水路（郊外）	6,665,400
計	1,439,165	公共施設	7,500	公共施設	147,468
		町の設備	3,700	広場，公園	12,566
		機械設備	49,000	機械設備	119,674
		計	312,615	計	11,907,346

出所：ガスパル，イロタ，イタジャイ市の各市役所

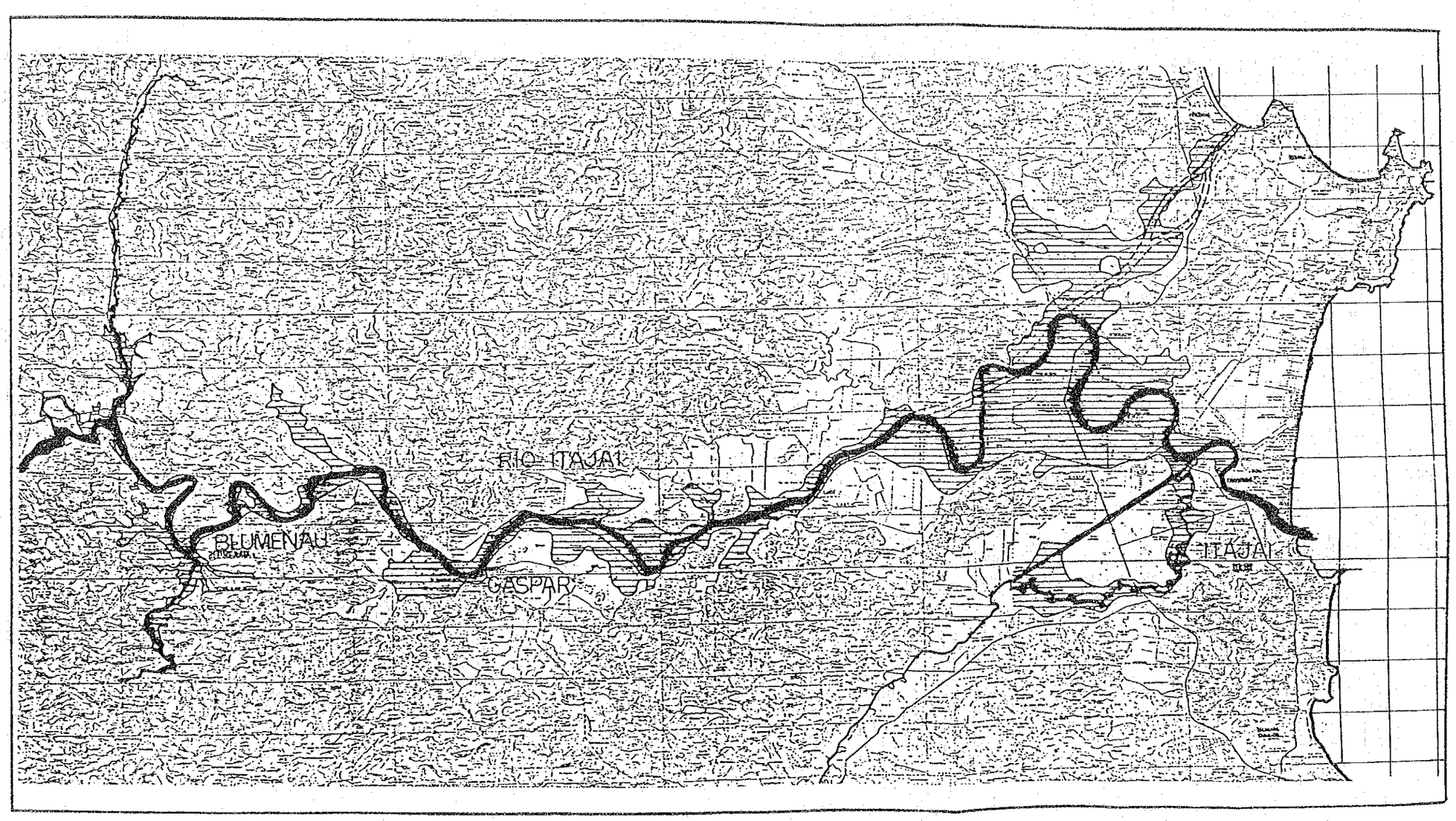
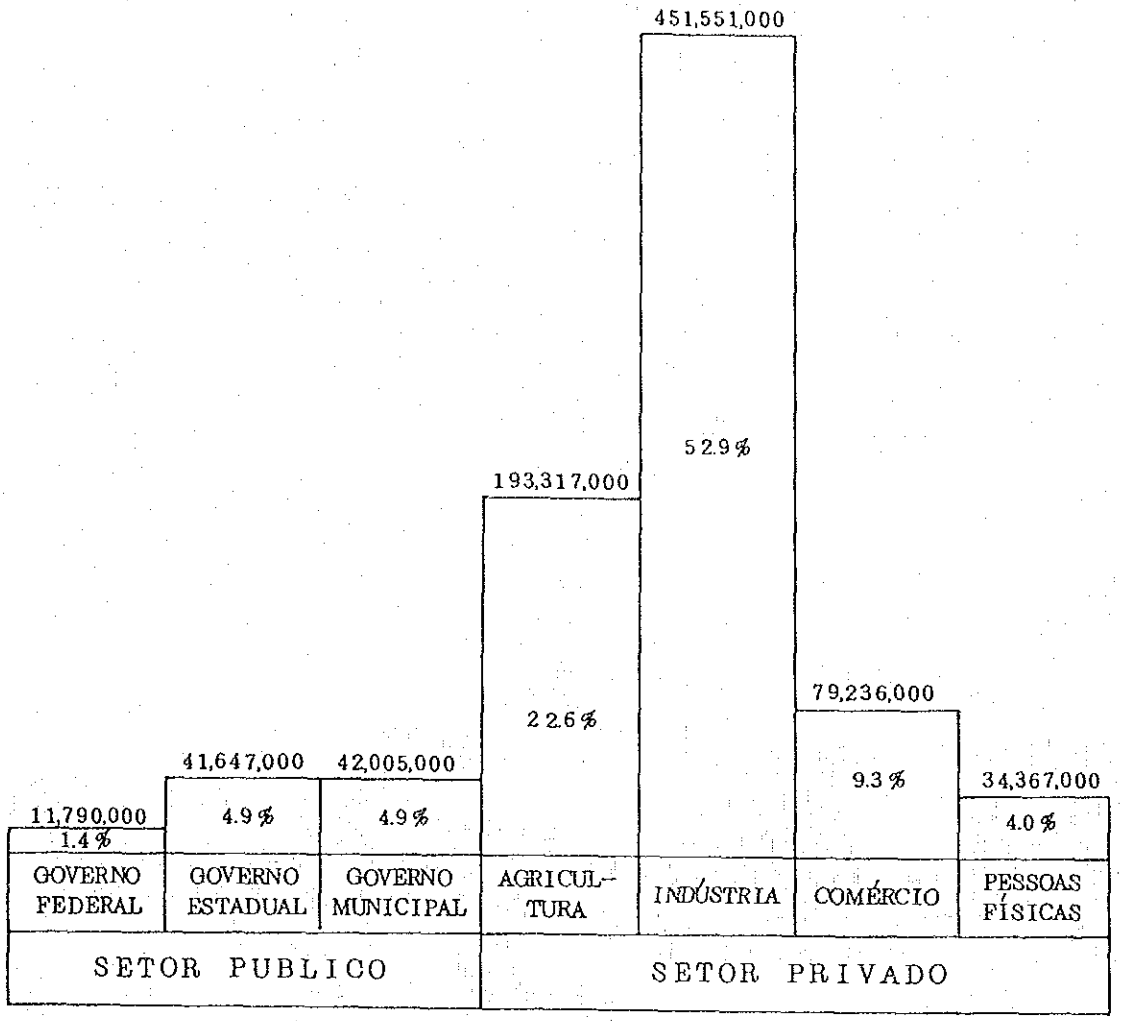


図３－４　イタジャイ川氾濫域図（1983年７月洪水）



OBS：

1－VALORES INDICADOS EM US$

2－DANOS LEVANTADOS ATÉ 10/10/83 EM 162 DOS 199 MUNICÍPIOS DO ESTADO

3－TOTAL DOS DANOS US$ 854,057,000

出所：DNOS

図3－5　1983年7月洪水によるサンタ・カタリーナ州全体の洪水被害額

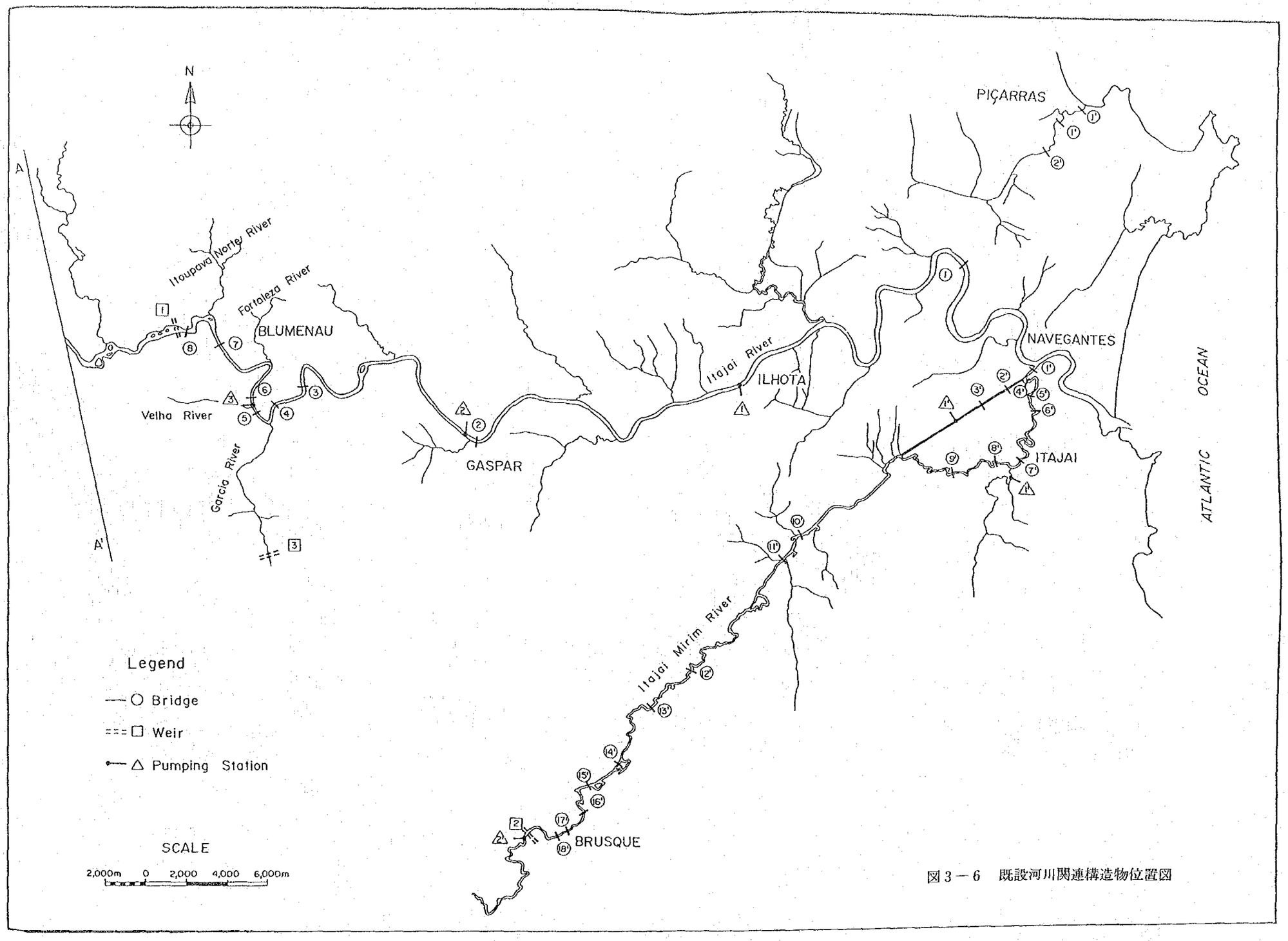


図3－6　既設河川関連構造物位置図

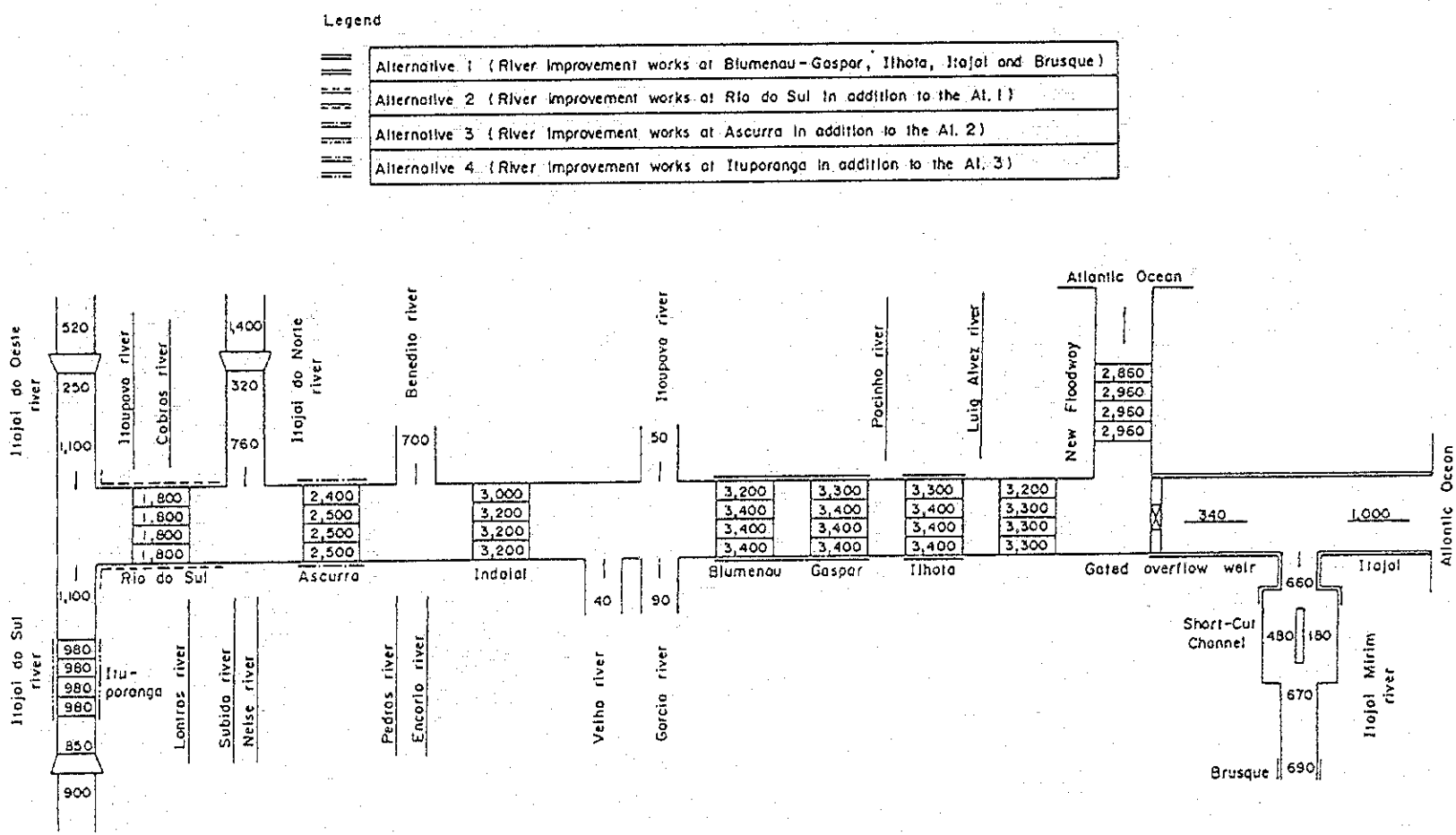


図３－７　暫定治水案・計画高水流量配分図　（確率年1/10）

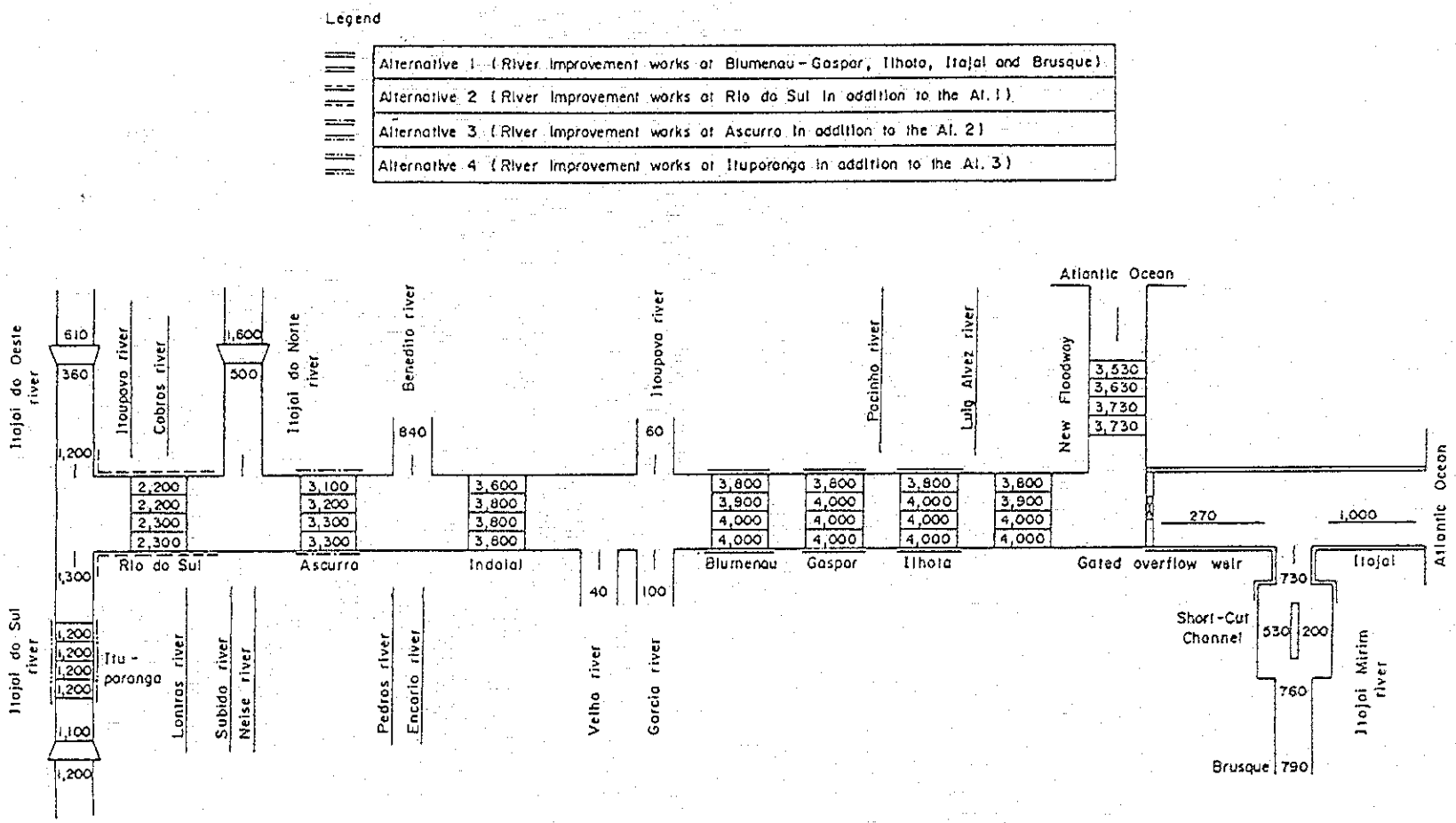


図3—8　中期治水案・計画高水流量配分図　（確率年1/25）

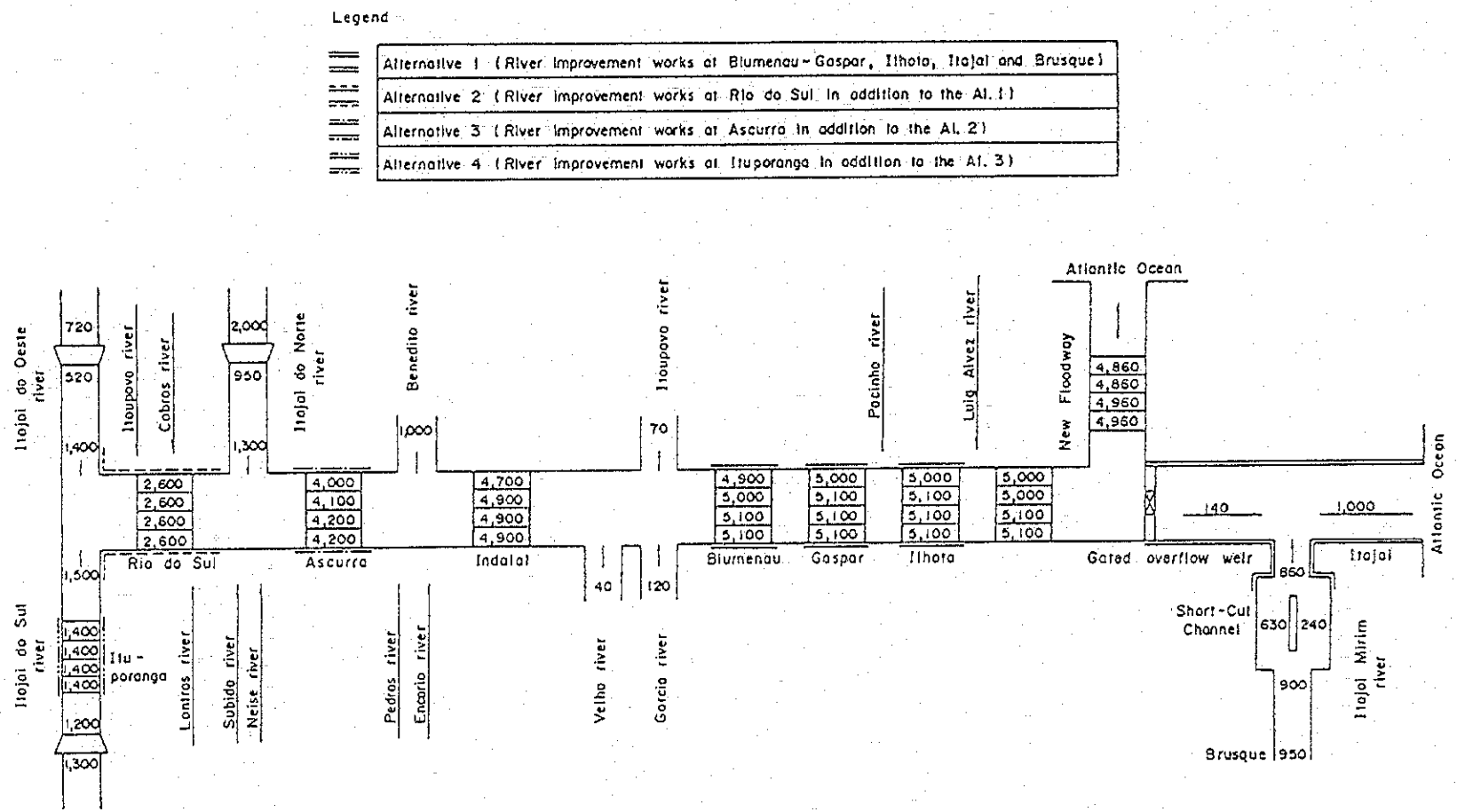
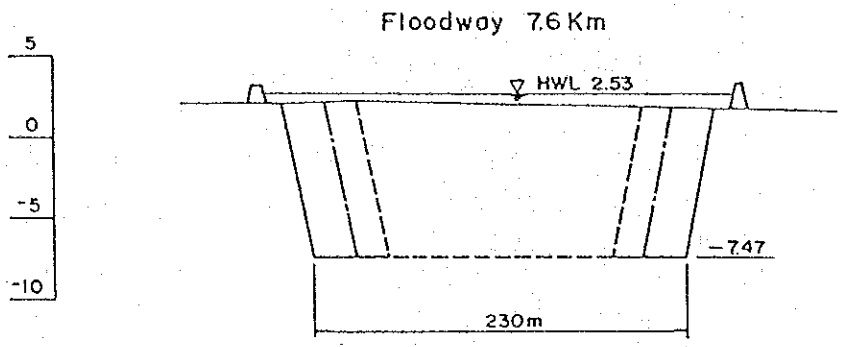


図３－９　長期治水案・計画高水流量配分図
（河川改修方式，確率年1/50）



Legend

---- Provisional Plan
—·— Mid-Term Plan
——— Long-Term Plan

Note; HWL means design high water level for Long-Term Plan.
HWL for floodway will be the same level in any case.

図 3 —10　計画放水路標準横断面図

第４章　本格調査の内容

第４章　本格調査の内容

1.　調査の基本方針

本格調査は，ブラジル国政府の要請に基づき，イタジャイ河下流域において治水計画のフィージビリティ調査を行う。

1988年１月に完了した「イタジャイ河流域治水計画調査」において，イタジャイ河流域全体を対象としたマスタープラン策定及びブルメナウ～ガスパル間の治水計画のフィージビリティスタディが既に実施されており，今回はイタジャイ河の最下流域のイタジャイ市ナベガンテス市を洪水から防御するため，マスタープランで提示されている放水路計画，イタジャイ・ミリム川の改修等を内容とする下流部の治水計画のフィージビリティスタディ調査を実施する。

治水計画の確率は，治水効果の実現が緊急を要すること及びブルメナウ～ガスパル間のフィージビリティスタディの確率が1/10であることを考慮して，マスタープランで掲げた「暫定計画」の1/10の確率とする。

ただし，将来の改修計画に手もどりが生じないよう配慮するとともに，1/25，1/50の確率についても概略計画の策定，経済効果の分析等ラフスタディを行う。

また，イタジャイ流域全体のレーダー雨量観測システムについても概念設計を行う。

本格調査の実施に当たっては以下の点に配慮する。

① 治水効果の早期実現

② 合意の形成

事業の実施に当たっては，ブラジル国政府サンタ・カタリナ州政府，流域内市町村，流域住民などの協力が必要であり，これら関係者の合意が得られる計画とする必要がある。特に，放水路の出口となるピサラス市では事業実施により，観光資源としての海岸に大きな影響があるのではとの懸念を持っており，十分な影響調査が望まれる。

③ 他の社会資本整備計画との整合

④ 財政的制約への配慮

⑤ 長期計画への配慮

治水施設は長期間をかけて順次整備していくことになるが，今回F/Sの対象とする暫定計画の実施が長期計画との関連において整合のとれたものであり，段階施工を行っていく上で手もどりの生じることのないよう配慮する。

⑥ 管理に配慮した施設計画

施設計画に当たっては，経済性，効率性に配慮することはもとより，完成後の施設の操作や維持管理のし易さにも十分配慮する必要がある。特に放水路への分流施設は，放水路

の流下能力を上まわる洪水が分流されることのないような計画・設計を心がける必要がある。

⑦　総合的な治水対策への配慮

2.　調査対象地域

本格調査の対象地域は，イタジャイ河本川下流，支川イタジャイ・ミリム，計画放水路を含むイタジャイ河下流域約380km²とする。

3.　調査の内容

調査は次の５つの項目を実施する。

(1)　資料収集

(2)　測量調査

(3)　地質調査

(4)　潮流等調査

(5)　調査解析

（５－１）　水理・水文解析

（５－２）　洪水被害分析

（５－３）　河川改修計画策定（施設及び放水路の設計を含む）

（５－４）　施工計画及び積算

（５－５）　維持管理

（５－６）　経済評価

（５－７）　環境影響調査

(6)　レーダー雨量システムの概念設計

3－1　資料収集

対象地域における次の資料を収集する。

(1)　社会経済データ

(2)　水理・水文データ

(3)　地質データ

(4)　河川施設等

(5)　河川及び水利用

(6)　流域の土地利用，資産

(7)　過去の洪水及び被害記録

(8) その他の関連データ

なお，既にマスタープラン策定段階で州レベルのデータは数多く収集しているので，イタジャイ市，ナベガンテス市，ピサラス市等の市レベルのデータを重点的に収集するとともに，最新データの入手に努めるものとする。

3－2 測量調査

次の測量図面を作成する必要がある。

① プロジェクトエリア内の地形図

② 河川改修区間の内で不足する横断面図及び縦断面図

③ 計画している構造物周辺の詳細地形図

④ 放水路河口部周辺の地形図，深浅図

それぞれ以下の調査を行う。

①—航空写真測量と地形図作成

縮　尺　；1/5,000程度

コンター；平坦部1 m，山間部20m

範　囲　；放水路ルートを含み約120km²（図4－1）

但し，図化に当っては，山地部分は必要最小限にすることにより効率化を図ること。

②—河川縦横断測量

横断間隔

イタジャイ河本川及び放水路；300m

イタジャイ・ミリム川　　；100m

測量幅：片側100m ずつ及び川中（放水路　幅600m 程度）

区　域：本　川；23km

ミリム；既設捷水路　　4km

旧川　　7km

放水路；　　11km

※横断測量の結果をもとに河川縦断面図についても作成を行う。

③—構造物計画用地形測量

縮尺：1/1,000

区域：Gated overflow weir site

300m×100m

④—深浅測量（海岸線及び放水路河口部付近の地形測量を含む）

縮尺：1/2,000（0.5m コンタ）

区域：3 km×2 km（図4－2）

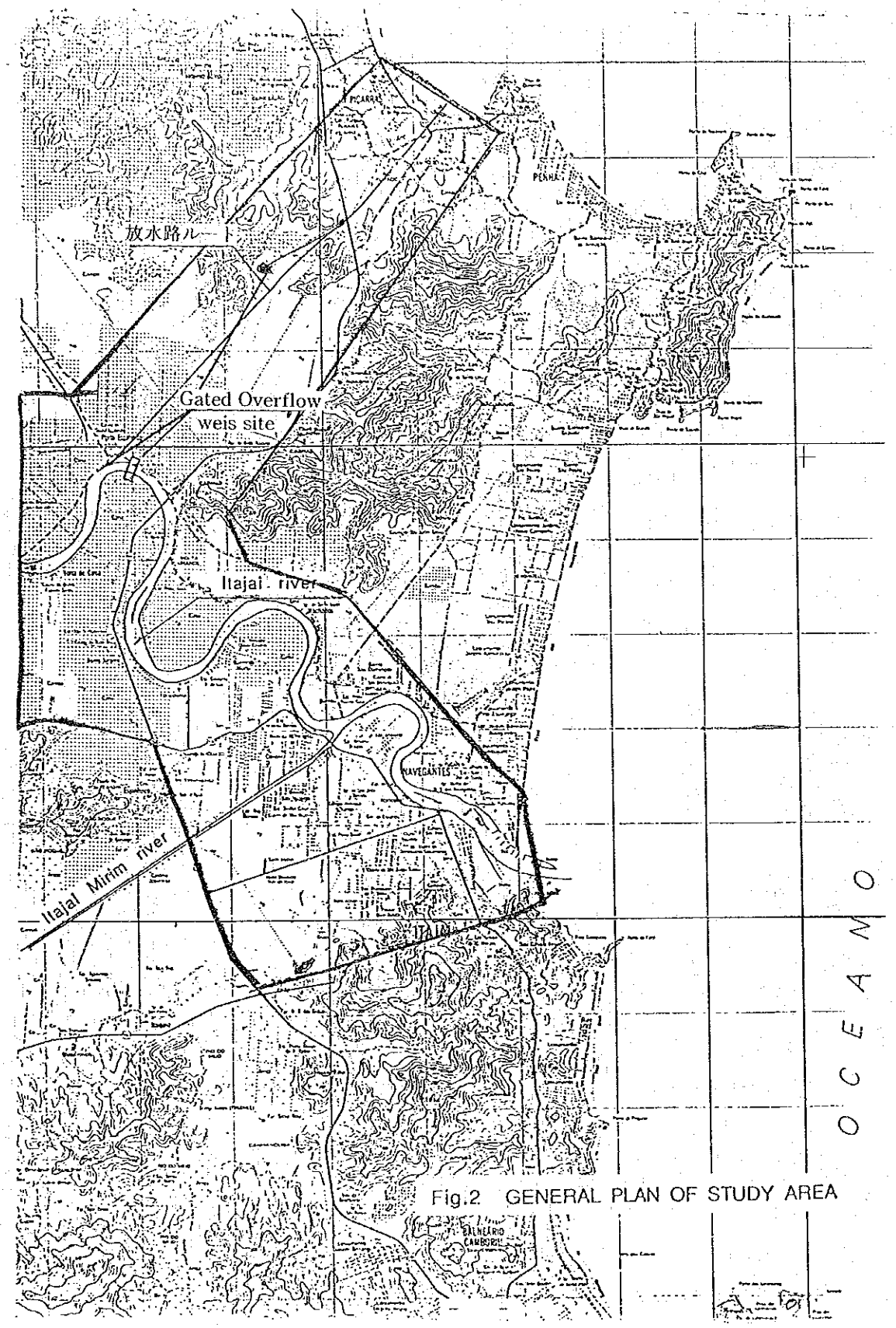


図4－1　航空写真測量範囲

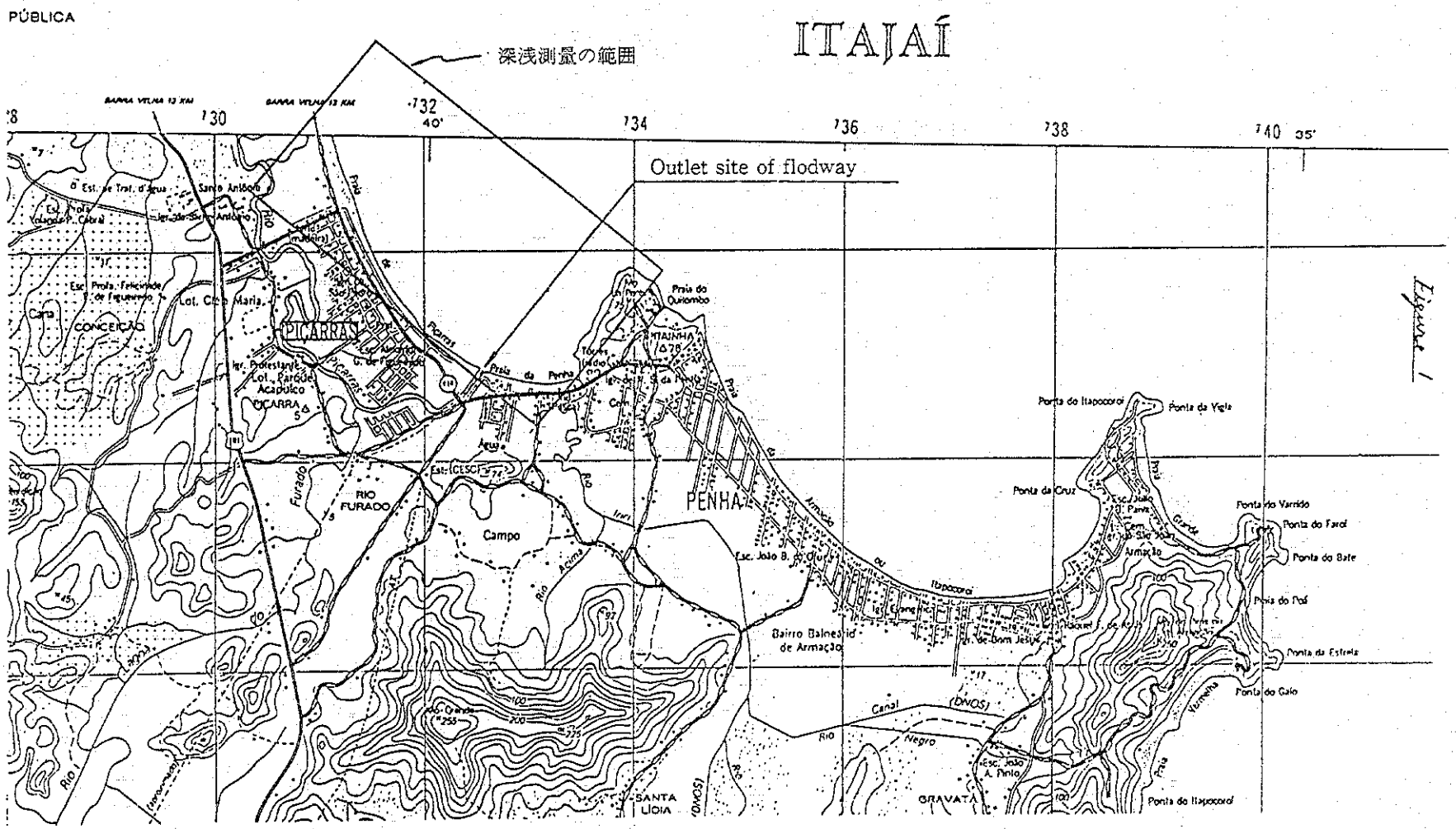

PÚBLICA
ITAJAÍ
深浅測量の範囲
Outlet site of flodway
730
732
40'
734
736
738
740
35'
PICARRAS
CONCEIÇÃO
RIO FURADO
Campo
PENHA
Praia da Penha
Praia do Quilombo
Ponta do Itapocoroi
Ponta da Vigia
Ponta da Cruz
Ponta do Varrido
Ponta do Farol
Ponta do Bate
Praia do Poá
Ponta da Estrela
Ponta do Galo
Ponta do Itapocoroi
Bairro Balneário de Armação
SANTA LÚCIA
GRAVATÁ
Canal (DNOS)
Rio Negro
Figure 1

図４－２　深浅測量区域

3－3　地質調査

河川改修計画を策定するため，次の箇所での地質状況を把握する必要がある。

① イタジャイ河本川下流部

② イタジャイ・ミリム川捷水路

③ イタジャイ・ミリム川

④ 放水路

⑤ 計画構造物地点

⑥ 盛土材料採取地

それぞれ以下に留意して調査を行う。

①―イタジャイ河本川下流部（低地部盛立て6箇所）

本川沿いに6箇所の盛土が計画されているが，いずれも盛土高さは1～3 m程度と小規模である。調査はサウンディング・オーガーボーリングを主体とする。深度は5～10m。

②―イタジャイ・ミリム川捷水路（河道拡幅約4 km）

本河道拡幅も小規模であるため，サウンディング・オーガーボーリングを主体とする。地質状況の悪いところ等では標準貫入試験を実施する。サウンディング・オーガーボーリングの調査間隔は約1 kmとする。

③―イタジャイ・ミリム川（堤防建設，低地部盛土約7 km）

堤防の規模は2～3m程度と低いため，サウンディング・オーガーボーリングを主体とする。盛土規模の大きいところ，地質の悪いところ等では標準貫入試験を実施する。サウンディング・オーガーボーリングの調査間隔は約1 kmとする。

④―放水路（約11km）

掘削規模が大きく，軟弱地盤の分布も予想される。そこで，ボーリング(約1 km間隔)，標準貫入試験等各種の土質試験を行う。

⑤―計画構造物地点（Gated Overflow Weir）

ボーリング（3孔），標準貫入試験等各種の土質試験を行う。

⑥―盛土材料採取地

計画地域周辺の盛土材料採取地周辺で，土質試験により材質を確認する。

3－4　潮流等調査

河川改修計画上問題となる放水路建設後の海浜変化，放水路河口閉塞の可能性及び導流堤の必要性を検討するため，必要となる下記の基礎データを収集する。

① 潮位

② 風

③　波浪

④　潮流

⑤　底質

⑥　浮遊砂調査

それぞれ以下の点に留意して調査を進める。

①―潮位

対象海域において１年間の潮位観測を行う。観測は自記記録式潮位計による連続観測を行う。得られたデータから１時間ごとの水位を読んで調和解析を行う。

②―風

対象海域の１年間の風向，風速を観測する。風速計はプロペラ型風向風速計を用いる。得られたデータから風向，風速別頻度表を作成する。また風と波浪との相関関係の検討資料とする。

③―波浪

対象海域に波高計を設置し１年間の波高を観測する。波向は目視により行い，午前，午後の波向観測を実施する。得られたデータは日本で処理し，月別有義波高，周期及び波向の頻度表を作成する。

④―潮流

対象海域の潮流特性を把握するために自記式流速計を２地点に設置し，15日間の潮流観測を実施する。流速計は１台で15日ずつ移動して実施する。観測は１年に３～４回実施する。また，平面的流速を把握するためにフロートによる流況観測を実施する。フロート投入地点は10地点程度とする。観測は自記流速計設置時期に行う。得られたデータから調和分解を行い分流成分を出す。

⑤―底質

対象海域の代表的な10地点程度の底質調査を行う。サンプリングはエクマンバージを用いる。試料は現地の試験室に送り，比重，粒度分布試験を行う。底質調査は１年に２回行う。

⑥―浮遊砂調査

対象海域10地点で採水器により１リッターの採水を行い，その試料を試験室に送り浮遊砂漂度を調査する。調査は１年間に３～４回実施する。

３―５　調査解析

３―５―１　水理・水文解析

マスタープラン策定時に行った解析等に加え，補足的に水理・水文解析を行い，放水路計

画策定及び分流堰等の施設計画策定の基礎資料とする。

3－5－2　洪水被害分析

地形測量，資産調査，水理・水文解析等の結果をもとに洪水被害の分析を行い，経済分析のための基礎資料とする。

3－5－3　河川改修計画の策定（施設及び放水路の設計を含む）

マスタープラン及び測量，地質調査等の結果をもとに，河川改修計画を策定する。

工種は次のとおりとする。

○河川改修（堤防を含む）

○放水路

○合流及び分流施設（放水路の分流堰を含む）

○河川横断工作物（道路橋，河床路等）

○移転補償施設（道路，水路取排水工，その他）

○その他の主要附帯施設

3－5－4　施工計画及び積算

所定の工事を予定工期内に完了させるため現場の施工条件，技術，能力，工事費等から検討し，適切な施工計画を樹立する。

3－5－5　維持管理計画の策定

計画施設の維持管理に必要な管理組織計画を樹立し，その組織の陣容（人員等）を定めるとともに，年間に必要な維持管理費を算定する。

3－5－6　経済評価

プロジェクトを実施することによって期待できる便益（洪水被害軽減額）を算定する。算定された便益と必要とする事業費，維持管理費からEIRR，B/Cによる経済評価を行うとともに感度分析を行う。

また，プロジェクトを実施することにより期待できる社会経済的波及効果について評価する。

3－5－7　環境影響調査

プロジェクトを実施することに伴う周辺環境への影響を調査し，影響のある場合は対応策を検討する。

特に放水路河口部周辺の海岸地区ピサラスは観光地区であり，環境への影響には関係者の関心は非常に高く，十分な検討を行う必要がある。

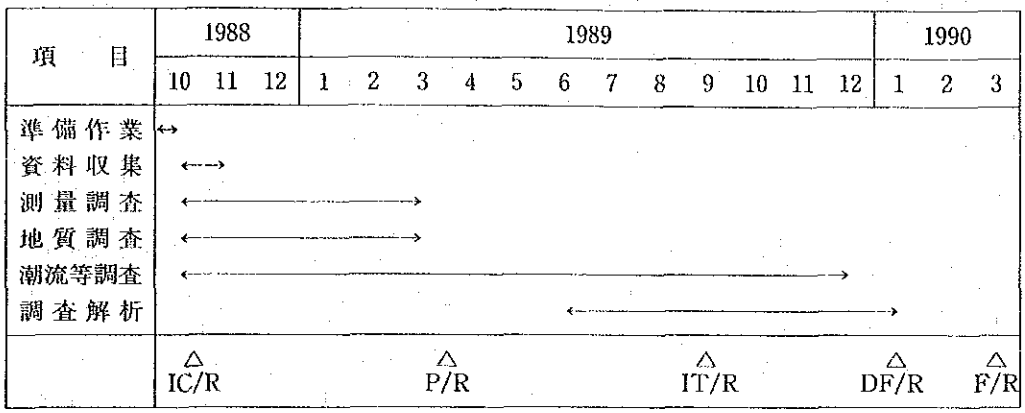
3－6　レーダー雨量システムの概念設計

治水事業はその実現に長期を要するため，事業が実施されその効果が発揮されるまでの間

の洪水被害を軽減することを目的として，イタジャイ河流域全体を対象としたレーダー雨量システムの概念設計を行う。

4. 調査工程

調査工程（案）を下図のとおり策定した。調査期間は事前準備をも含め18ヵ月間である。



JICA