

国際協力事業団

サンホルバートリエタ道路改良調査

報告書

(本編)

昭和62年7月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1040772L4J

ボリヴィア国

サンボルハ～トリニダ道路改良調査

報 告 書

(本 編)

昭和62年7月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	87.12.18	702
登録 No.	17080	73.7
		SDF

序 文

日本国政府は、ボリビア国政府の要請に基づき、同国サンボルハートリニダ道路改良調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

当事業団は、セントラルコンサルタント株式会社の立川 孝を団長とする調査団を編成し、昭和60年11月より昭和62年7月まで調査を実施し本報告書を取りまとめた。

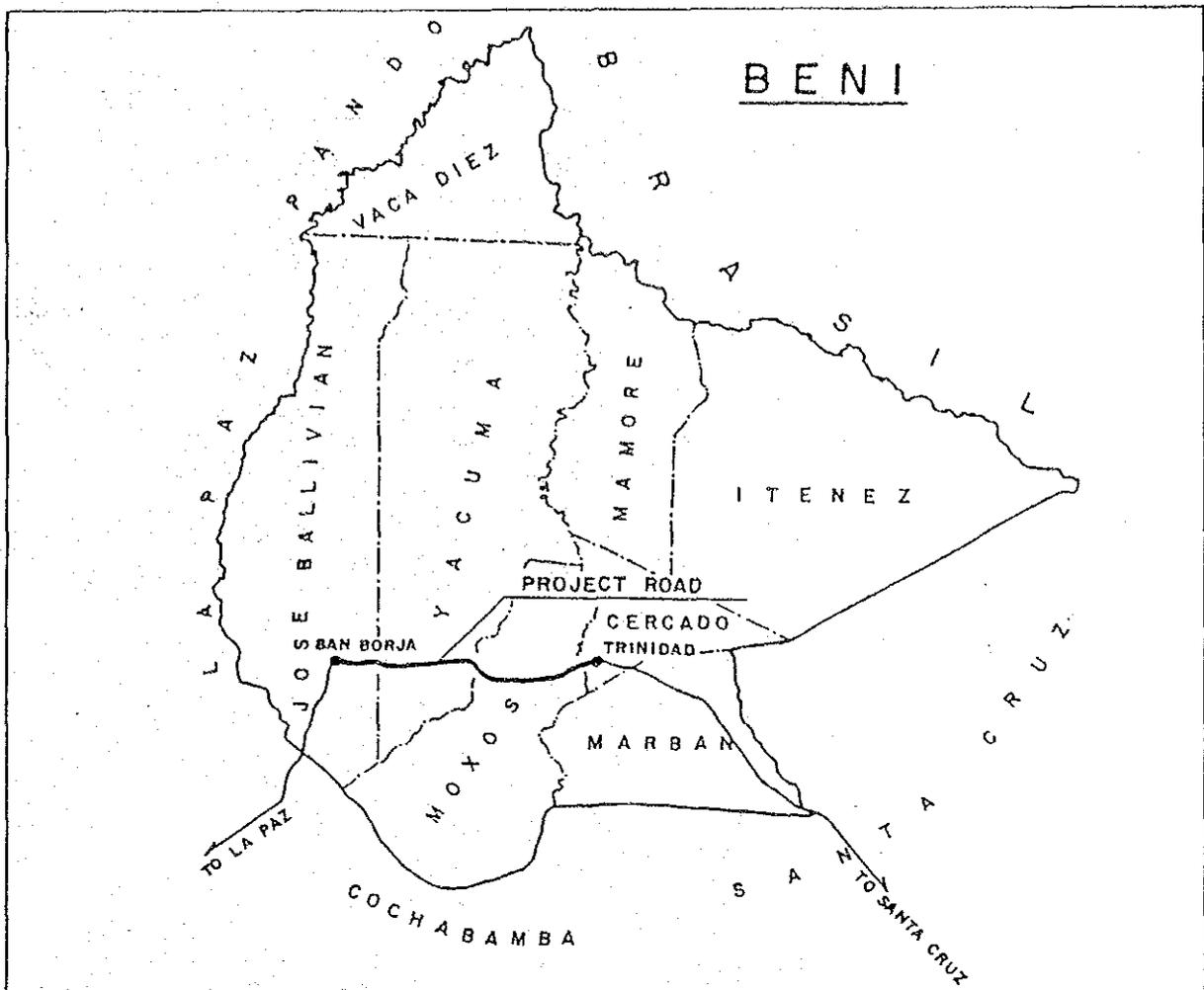
この調査結果が、対象地区の経済発展及び交通整備計画に寄与すると共に、日本、ボリビア両国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

最後に本調査の実施にあたり、御支援と御協力をいただいた関係各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和62年7月

国際協力事業団

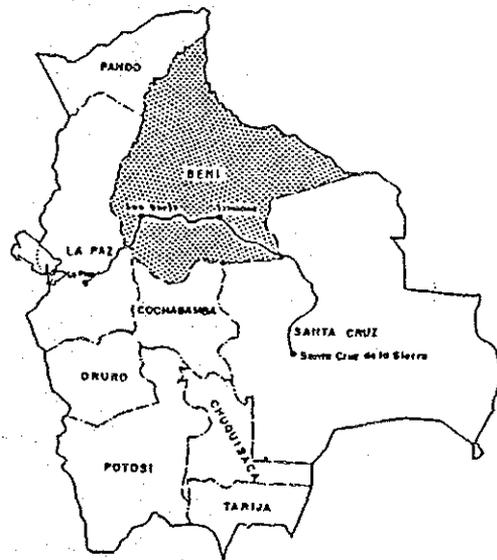
総裁 有田 圭輔



SOUTH AMERICA



BOLIVIA



サンボルハ〜トリニダ道路改良調査

調査位置図



写真-1

トリニダ地域：
トリニダ市の輪中堤と洪水状況



写真-2

トリニダ市から約7Km地点：
雨季になると水が現道を越流する



写真-3

トリニダ市から約8 Km地点：
イバレ川の現在のフェリー運航状況



写真-4

トリニダ市から約10Km地点：
マモレ川の河道状況



写真-5

トリニダ市から約10Km地点：
マモレ川と現在の河川利用状況



写真-6

トリニダ市から約21Km地点：
草原地域の現道と横断排水構造物状況



写真-7

トリニダ市から約47Km地点：
ファティマ地域の現道状況



写真-8

トリニダ市から約84Km地点：
サン・イグナシオ市街地のレンガ舗装道路



写真-9

トリニダ市から約108Km地点：
エル・タヒボ地域の現道状況
(雨季)



写真-10

トリニダ市から約117Km地点：
森林地域の現道状況



写真-11

トリニダ市から約209Km地点：
クリラバ川とその橋梁現況



写真-12

トリニダ市から約223Km地点：
マニキ川のフェリーサービス
状況
現在橋梁工事が行われ、前方
に橋脚が見える

所見と提案

ボリビア共和国政府の要請を受けて、日本政府は、サンボルハ〜トリニダ間道路改良にかかわる調査を実施した。

日本政府の国際技術協力の実行機関である国際協力事業団(JICA)は、ボリビア側の運輸通信省(MTC)、及び、道路公社(SNC)との緊密な協力関係のもとに、当該調査を1985年11月より1987年7月までの期間に実施した。

調査報告書は次の三部より成っている。

- 要約版
- 調査報告書
- 図面集

所見

1. 調査の結果は、本プロジェクト(道路改良事業)は、何ら本質的な技術上の問題を有して居ないことを示しており、当該プロジェクトの基本設計が実施され、それに基づく実施スケジュールが提案された。
2. 改良に際して、既存道路のルートは、数箇所の微小の変更を除き、概ね、そのまま踏襲する事が出来る。
3. 本プロジェクトの特性として、次の三点を掲げることが出来る。
 - 1) 本プロジェクト(約220KM)のうちの50KMの区間は、毎年4ヶ月以上、冠水状態が続くような洪水地域を通過する。
 - 2) プロジェクトサイトの近傍には、改良工事に必要とされる石材の供給源が存在しない。
 - 3) 予想できないような蛇行を繰り返し、毎年、その河道を変えるマモレ河の渡河は、改良後もフェリーによるものと考えられる。(改良事業に於いて、架橋の考えは無い。)
4. 洪水地域に於いて、別プロジェクトとして既に建設中の三つの橋梁に加えて、三つの中小橋と、いくつかのコレゲートパイプを建設することで、この地域の道路の上流側での洪水域面積と冠水期間を、現状と変えずにすむことが確認された。

5. 本プロジェクトに必要とされる石材は、サンホルへとカリボ川から供給されることとなる。これら、石材採取場所はプロジェクトサイトから、かなり遠いが、土質安定処理工法の採用など、いくつかの比較代替案の中で、最も経済的、かつ、実際的な方法として推奨された。
6. 本プロジェクトの目標として、改良後の道路は、全天候型であることが掲げられている。この観点からは、マモレ川の恒久的フェリー施設は、マモレ川とは運河で連結された、河岸から少し入り込んだ場所に設置されなければならない。
7. 本プロジェクトに要する費用は、1986年価格で 129,300,000 USドル（税金等、16,000,000 USドルを含む。）と見積もられた。このうち、最も大きな割合を示す費用項目は、石材の運搬費である。
（提案された段階的施工方法に従えば、このうち、第一期工事に要する費用は、税金等 7,600,000 USドルを含めて、64,000,000 USドルで、これは、先の最終的な完成までに要する費用の 49.5 %に相当する。）

提 案

1. 本プロジェクトは、ボリビアの国家的視点からも利にかなったものであり、直ちに、その実施に向けて進められることが望まれる。
2. 細部設計（二国間で取り交わされた書類上では“Preliminary Design”と呼ばれている。）は、本調査の結果に基づいて実施されるべきである。その細部設計には、以下の調査が含まれなければならない。
 - 1) 計画道路沿いの追加測量。
この結果は、既に本調査の中で撮影された航空写真と共に、1/2000 あるいは 1/2500 の地図を作ることに利用される。
 - 2) 追加土質調査。
計画道路に沿って、1 KM 毎にサンプリングし、盛土材の土質をより詳細に調査する。
 - 3) カリボ川、及び、サンホルへの石材採取場所の追加調査。
 - 4) トリニダ～マモレ川間に提案されている三つの中小橋建設の予定地の、基礎地盤ボーリング調査。
3. 更に詳細な工事費の積算結果をもとに、本プロジェクトの経済評価が実施されなければならない。

4. 本プロジェクトの実施に対しては、米州開発銀行 (IDB) からの融資が期待されているので、今後、実施される諸調査の結果は、IDB の“融資申請のためのガイドライン”に従って取りまとめられなければならない。

5. 本プロジェクトは、以下のような段階的的施工方法で実施されるべきである。

Road Section	TDD-Mamore (Section 1)	Ferry	Mamore-San Borja (Section 2-7)
Distance	10.4km	-	211.7km
Const. Stage 1 (1989 - 1991)	<ul style="list-style-type: none"> - Earth work - Drainage work - Bridge const. - Pavement - Shoulder const. 	<ul style="list-style-type: none"> - Canal - Port - Purchase of boat & etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Earth work - Drainage work - Bridge construction - Subbase course
Const. Stage 2 (1994- 1995)	nil	nil	<ul style="list-style-type: none"> - Base course - Surface course - Shoulder const.

目 次

序 文	
調査位置図	
所見と提案	
本 編	
第 1章 概要	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-2
1.3 プロジェクトの概要	1-2
1.4 調査の方法	1-4
1.4.1 調査項目	1-4
1.4.2 調査スケジュール	1-4
1.5 本調査にかかわる各組織	1-7
第 2章 調査地域の現況	2-1
2.1 自然状況	2-1
2.1.1 地勢及び地形	2-1
2.1.2 気候状況	2-3
2.1.3 河川状況	2-5
2.2 社会・経済状況	2-14
2.2.1 ボリビア国の社会・経済状況	2-14
2.2.2 計画対象地域の社会・経済指標	2-16
2.2.3 農牧畜生産とその消費	2-21
2.3 交通現況	2-23
2.3.1 道路状況	2-23
2.3.2 交通状況	2-27
第 3章 測量・観測	3-1
3.1 地形測量、河川水深測量	3-1
3.1.1 現地測量	3-1
3.1.2 LANDSATによる探査	3-1
3.2 流量観測と結果	3-6
3.2.1 目的、条件及び方法	3-6
3.2.2 観測結果	3-11

3.3	採石場のボーリング調査	3-21
3.4	土の調査と試験	3-23
3.4.1	土の性格	3-23
3.4.2	砂利及び岩石	3-24
3.4.3	土の安定処理	3-25
第4章	基礎調査	4-1
4.1	交通需要予測	4-1
4.1.1	交通需要予測の方法	4-1
4.1.2	現在交通量に基く将来交通量の推計	4-2
4.1.3	転換交通量の推計	4-4
4.1.4	将来交通量	4-12
4.2	路線選定と比較路線	4-13
4.2.1	路線選定	4-13
4.2.2	森林と草原に道路を建設する場合の比較路線の検討	4-13
4.3	水文及び水理解析	4-14
4.3.1	降雨及び蒸発の解析	4-14
4.3.2	洪水地域に於ける水の挙動解析	4-27
4.3.3	洪水地域の流出量解析	4-27
4.3.4	水理的基準の決定	4-37
4.4	排水施設としての橋梁とコルゲートパイプの比較	4-53
4.4.1	概要	4-53
4.4.2	地域条件	4-53
4.4.3	構造の比較	4-54
4.4.4	結論	4-55
4.5	マモレ川フェリー施設の比較検討	4-58
4.5.1	マモレ川の現状	4-58
4.5.2	比較案の策定	4-59
4.5.3	フェリーボートの検討	4-63
4.5.4	運河及びフェリー施設の形状	4-64
4.5.5	数量及び概算工事費・維持管理費	4-65
4.5.6	結論	4-66
4.6	碎石の資源	4-67
4.6.1	石材に必要な品質	4-67
4.6.2	碎石の資源	4-68
4.6.3	各採石場に於ける材質と数量	4-70
4.6.4	補足情報	4-70

4.6.5	材料のコストと建設現場	4-71
4.7	安定処理土採用による舗装の解析	4-72
4.7.1	安定処理土の物理的特性	4-72
4.7.2	建設コストの比較	4-75
4.7.3	結論	4-78
第5章	概略設計	5-1
5.1	道路の設計基準と規格	5-1
5.1.1	概要	5-1
5.1.2	計画目標年次	5-1
5.1.3	設計車輛	5-1
5.1.4	設計速度	5-2
5.1.5	幾何構造	5-3
5.1.6	標準横断	5-3
5.1.7	舗装構造と橋梁設けの設計基準	5-5
5.2	道路と排水施設	5-5
5.2.1	道路計画	5-5
5.2.2	排水施設	5-9
5.3	橋梁の設計	5-13
5.3.1	概要	5-13
5.3.2	設計条件	5-13
5.3.3	地質条件	5-13
5.3.4	構造設計	5-14
5.4	舗装	5-18
5.4.1	設計方法	5-18
5.4.2	土の支持力	5-20
5.4.3	18キロポンド一軸荷重換算係数(BCA)	5-21
5.4.4	舗装厚指数	5-22
5.4.5	舗装構成	5-23
5.4.6	材料の計算	5-24
5.5	フェリーポートと運河の計画	5-27
5.5.1	計画方針	5-27
5.5.2	フェリーポート設置位置の選定	5-27
5.5.3	計画の諸元	5-27
5.5.4	フェリーポート必要台数及び日運航延長	5-28
5.5.5	建設項目の数量	5-29
5.6	維持管理	5-29

5.6.1	維持管理の方法	5-29
5.6.2	維持修繕の工種と作業	5-29
5.6.3	数量	5-30
第 6章	建設工事費の算出	6-1
6.1	概要	6-1
6.2	建設費の構成	6-3
6.2.1	建設費の構成	6-3
6.2.2	外貨と内貨の分類	6-3
6.3	単価分析	6-3
6.4	建設工事費	6-3
第 7章	プロジェクト実施計画	7-1
7.1	建設実施工程	7-1
7.2	建設予算計画	7-3
7.3	今後の調査への提案	7-4
第 8章	インパクト調査	8-1
8.1	計画段階でのインパクト	8-1
8.2	施工段階でのインパクト	8-1
8.3	供用開始後のインパクト	8-1
8.3.1	存在効果	8-1
8.3.2	利用者効果	8-2
8.3.3	波及効果	8-2
8.3.4	道路管理者の効果	8-2
8.4	計測可能な効果	8-3

第 1 章 概 要

第 1 章 概 要

1.1 調査の背景

面積約 110万平方キロを有するボリビア共和国は、南アメリカ大陸のほぼ中央に位置し、その国土は、峡谷部を含む山岳地帯と平坦な低地帯という、全く異なった地相の二つの地域に分かれている。その低地帯は、サンタクルス・ベニ・パンドの三つの州から成り、サンタクルス州の半分はラプラタ河流域に、残りはアマゾン川流域に属している。

この低地帯の開発ポテンシャルは、非常に高いと言われ、この地域の開発促進はボリビアの最重要課題であり、目標であると言われつづけてきた。

ベニ州は、現在、ボリビア全体の食肉の生産量の 43%を担い、当国の最大の消費地であるラパス市の食肉消費の 60%を供給している。又、同時にベニ州は、米・カカオ・柑橘類等、農産品や森林資源開発の分野でも大きなシェアを占めており、これらの事実からも、この地域は、無限の開発潜在力を持っていると見なされている。

このように重要性が認識されているにも拘わらず、この地域の道路施設の現状は、真に貧弱な状況にある。その時々々の政府の継続的努力にも拘わらず、未だに、首都ラパスとベニの州都トリニダ及びパンドの州都コビーハを結ぶ道路すら完成していない。その為、この地域は、年間を通じての安定した交通輸送手段を持たず、軽飛行機を唯一の運輸機関としている処が殆どである。

1983年 5月に出された大統領令 No. 547 は、上記、三都市を結ぶ道路の完成と維持が国家にとって最優先の目標であることを明らかにしたものである。これら道路の緊急性は次の理由に拠ると考えられている。

- 1) この地域の生産物を消費地へ運ぶスムーズで経済的な手段として
- 2) この地域の将来の開発を押し進める為の国内移民政策に不可欠なものとして
- 3) 国境地区へ行政を浸透させる手段として

1984年 5月、ボリビア政府は、サンボルハ〜トリニダ間 230KM の道路改良の為のフィージビリティスタディと設計に対しての技術協力を日本政府に要請した。

この区間は、ラパスとトリニダを結ぶ国道三号線の一部である。

日本政府は、この要請にかかわる事項を協議する為の政府調査団を 1985年 2月と 8月に派遣し、その結果、要請の内容の実施は、二つのフェーズに分けるべきであるとの結論を得た。

第一フェーズは、現地調査、技術調査、予備設計及び社会経済的インパクトスタディを含み、第二フェーズは設計と経済評価とするというものである。

同時に、ボリビアの技術者への技術移転も、この調査の目的の一つとされた。

この政府調査団の取り決めた第一フェーズのスコープオブワーク (S/W) に基づいて国際協力事業団 (JICA) は、1985年11月、調査実施の為の調査団をボリビアに派遣し、調査団は、第一フェーズの調査を 1987年 7月に完了した。

1.2 調査の目的

この調査の目的は、ベニ州のサンボルハ〜トリニダ間の道路改良について、その間の架線での架橋とフェリー渡河の比較を含めた技術検討を実施することにある。この場合の道路改良とは、既存の道路を少なくとも、「全天候型道路」と呼べるレベルにまで改善することを言う。

技術検討は、地形測量・水文及び水理解析・建設資材調査・予備設計・積算及び、プロジェクトの社会経済インパクトの調査を含むものである。

更に、調査実施を通じての、ボリビアの技術者への技術移転も本調査の目的の一つとされる。

1.3 プロジェクトの概要

ラパスとトリニダ間の、600KMの延長を有する国道 3号線と、トリニダからサンタクルスまでの国道 9号線は、ベニ州と、ボリビアでの経済・文化の二大中心都市であるラパス・サンタクルスとを直接結ぶ、重要な路線である。

国道 3号線の改良事業は、ラパス側から逐次、進められてきており、サンボルハまでは、一応、年間を通じて通行の可能な「全天候型」の道路になったとすることが出来る。

サンボルハ〜トリニダ間 230KM の既存道路は、1978年に完成した非常に規格の低い道路で 3号線の改良事業の、残された最後の区間となっている。舗装をされていない土道で、その盛土高さも低く、その一部区間は一年のうち雨期を中心とする約 5カ月が、洪水の影響で通行不能となっている。

本調査の目的は、このような既存道路を年間を通じて使用可能にするところにあ

る。プロジェクトサイトは、アマゾン流域の大平原の中央に位置し、その特異な地質・地形は道路設計に次のようなインパクトを与えている。

- 1) プロジェクトサイト及び、その周辺地域の地形図は存在しない。従って、調査に先立って、まず、地形測量が必要となった。
- 2) トリニダからサンボルハに向かった約 40-50KMの区間は、毎年、数か月間に亘って既存道路が冠水する。この区間での洪水時の水の挙動の調査・分析・予測は、本調査の重要な一部をなしている。
- 3) マモレ川はこの地域での最大規模の河川であり、毎年、その河道を変えている。必要とされる橋梁の規模、及び、予測される交通需要量を考えると、明らかにマモレ川に橋梁を建設するとのアイディアは妥当性を欠くものであり、従って、本調査は、当初より、マモレ川はフェリーにより渡河するとの前提で進められることとなった。
- 4) マモレ川以外にも、調査区間には 10 以上の渡るべき川がある。それらのうち、8 河川については、既に、設計が終わり、建設費の手当も (IDB 及び USAID により) ついている。それ故、それら 8 橋は、本調査の対象から除外し、単に、設計内容をレビューし、それを本調査の与件とすることとなった。
- 5) プロジェクトサイトは、広大な平原にあって、周囲には岩石を有する山、丘陵は存在しない。又、この地域の河川は、緩く、不安定な流れを示し、砂利・玉石等を持っておらず、建設工事に必要な石材をこの周辺で得ることは、非常に難しい状況にある。従って、遠隔地より石材を運搬するか、石材を使わない工法を採用するか、この面での技術的検討は、本調査の重要な事項となる。

1.4 調査の方法

1.4.1 調査項目

1.3 節に記した調査目的を完とうする為の、主要調査項目は、以下の通りである。

- 1) 以下の事項に関するデータの収集と分析
 - * 交通現況
 - * 社会経済状況
 - * 地形・地質・水文・建設資機材・その他についての技術情報
- 2) 以下の内容を含む現地調査
 - * 調査地域の航空写真撮影と地上測量
 - * 河川群及び洪水域での水文観測
 - * 建設材料調査
- 3) 設計基準の設定とそれに基づく予備設計
- 4) 建設費および道路維持費の積算
- 5) 妥当性のある建設計画の策定
- 6) プロジェクトの社会経済に及ぼすインパクトの調査

1.4.2 調査スケジュール

調査実施のフローチャートと作業工程が、次の図 1.4-1 及び図 1.4-2 に示されている。

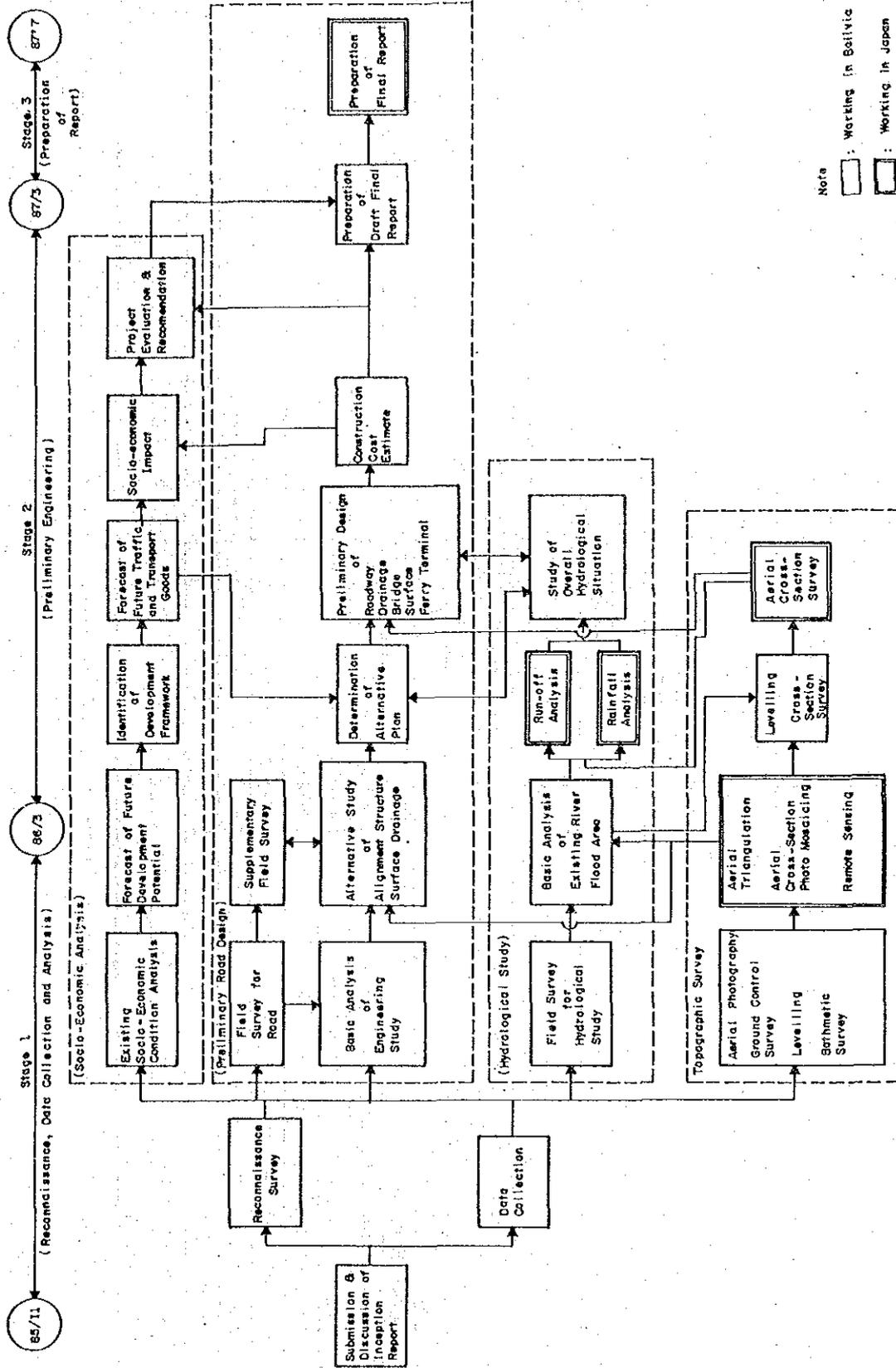


図 1.4-1 作業工程

Items	1985												1986							1987									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
Inception Report	△																												
Reconnaissance Survey																													
Data Collection and Analysis																													
Field Survey for Engineering																													
Socio - Economic Analysis																													
Forecast of Traffic and Transport Goods																													
Basic Analysis of Engineering																													
Alternative Study																													
Preliminary Design of Road																													
Basic Analysis of Hidrological Study																													
Run - off & Rainfall Analysis																													
Study of Hidrological Situation																													
Project Evaluation																													
Aerial Photography and Analysis																													
Ground Control Survey and Analysis																													
Levelling and Analysis																													
Bathymetric Survey and Analysis																													
Cross - section Survey and Analysis																													
Interim Report																													
Draft Final Report																													
Final Report																													

Note: Working in Bolivia Working in Japan Submission of Report

图 1.4-2 作业分野別工程表

1.5 本調査にかかわる各組織

本調査に直接、関与する組織は、SNC・JICA及び調査団である。

SNCは、カウンターパートスタッフを指名し、JICAは、調査団の作業を監視する作業監理委員会を組織した。

これら各組織の関連は、図 1.5-1 に示されている。

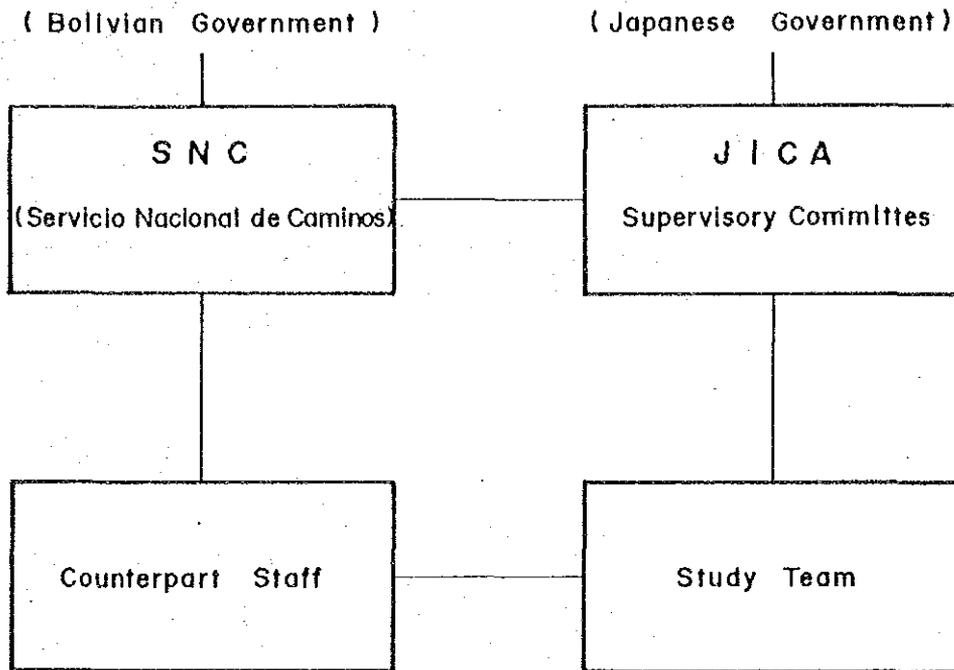


図 1.5-1 組織関連図

第2章 調査地域の現況

第 2 章 調査地域の現況

2.1 自然状況

2.1.1 地勢及び地形

2.1.1.1 地勢

ボリビア共和国は南アメリカ大陸の中央（西経 $56^{\circ}\sim 68^{\circ}$ 、南緯 $10^{\circ}\sim 22^{\circ}$ ）に位置し、ペルー、ブラジル、パラグアイ、アルゼンチン、そしてチリと国境を接し、1,098,581km²の面積を有する国である。国土は大きく分けて西側の山岳地域と縁におおわれた低湿地域に分けられる。この二つの地域は図 2.1-1 に示されるようにさらに詳細に分けられる。

調査区域のサンボルハ〜トリニダは図 2.1-1 に示す低地帯に位置し、これは幅 180~500km、長さ 1500km に及び国土の三分の二を占め、アマゾン川の河口から 3500~5000km上流に位置しているにもかかわらず、標高はわずか 150~200mである。

又、この地域は雨季に東アンデスの峰から流れる多くの川が洪水となって流れ、時には巨大な池となってしまう。これは下流側の東山脈とブラジル盾状地により低平地がせばめられ、川の流れを阻害している為である。このような洪水域は全低地帯の 30~40%を占め多くの湖や湿地帯を形成している。

2.1.1.2 地形的条件及び土質構成

東アンデス山脈及び渓谷地域は古生代のミオ傾斜地であり、主に当時の大陸棚や大陸の沿岸部に堆積した土砂である、一部にはその層厚が 10,000 mにも及んでいる所がある。

東アンデスから流れ出した河川による平坦化と運搬作用により巨大な低地が形成され、その堆積作用は数百メートルに及んでいると言われている。低平地を形成している第四紀の堆積物は砂利が少ないという特性を示している。これは運搬された物質が流れに従ってだんだんと細い粒子に砕かれたためである。これは次の二つの理由によるものである。

- 1) 東アンデス山脈のふもとに見られる小さな砂利は、粒子が極めて小さく、ほとんどがシルトである。初期に形成された岩石が、風化作用、あるいは運搬中の摩擦により極めて小さい粒子にされてしまうからである。
- 2) 東アンデスの岩は古生代から第三紀時代にかけて形成された海洋性の堆積岩

であり、砂岩、泥岩、粘板岩などがこれに当る。これらはいずれも火山作用を受けずに形成されているため団結性に乏しく、又、耐摩耗性に乏しい。

地表面付近の堆積土砂の地質分類を図 2.1-2 に示す。これは地表面より 1.5m までの表層より得られた土質サンプルの粒度試験結果であるが、アマゾン流域の代表的な 55 地点からとったものである。このダイアグラムから明らかなように、当地域の地形は主に粒径のそろった土粒子から成っている事がわかる。当然のことながら、砂利あるいは砂分はほとんど見られない。

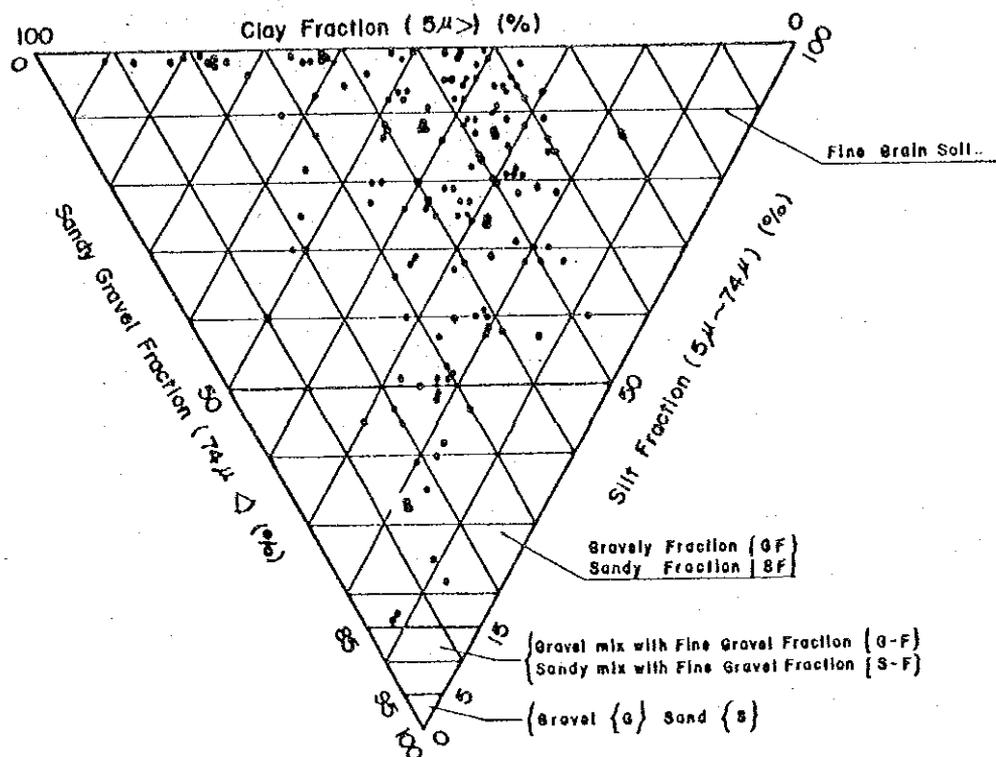


図 2.1-2 土質三角分布図
(アマゾン河流域)

この平原の地表面の土質はAASHOTO 分類から主に A-4、A-6 及び A-7 から成っている。地盤の高いサンボルバ側ではかなりの A-4 タイプの土が見られ、一方、地盤の低いトリニダに近づくにつれ A-7 タイプの土が多く見られる。

2.1.2 気候状況

ボリビアの気候は大きく分け、アルティプラノ、チャコ、及びベニの三つのゾーンに分けられる。

アルティプラノは、ボリビア西部の東西両アンデス山脈に囲まれた地域で寒く乾

燥した高地であり、気温は 5℃～20℃、年間降雨量 500 mm いかである。
 チャコは、ボリビア東南部に位置し、気温は 20℃～25℃、年間降雨量 1000 mm
 程度の温暖な気候である。
 ベニは本プロジェクトの道路が計画されている所で、年間の気温が 25℃～30℃
 降雨量は 1000 mm～ 3000 mmにも及んでいる。

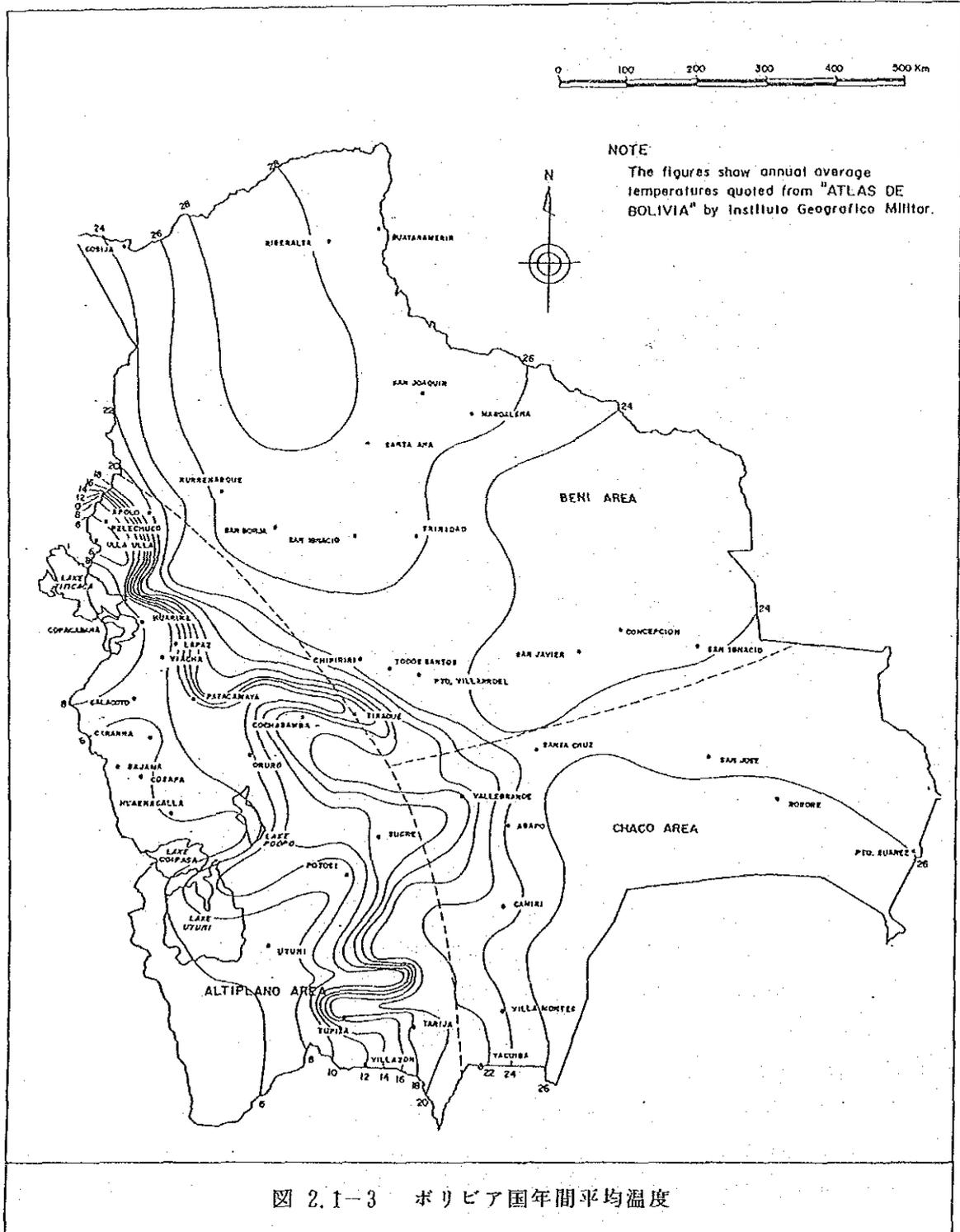


図 2.1-3 ボリビア国年間平均温度

2.1.3 河川状況

2.1.3.1 ボリビアの河川

ボリビアはアマゾン、ラプラタ、そしてアルティプラノ水系に分けられ、各水域は、744,000 km²、204,000km²及び 150,000km²である。(図 2.1-4 参照)

アマゾン川水系は主にベニ川、マモレ川そしてイテネス川から成り、ブラジルとの国境近くで合流してマデラ川となっている。これらの川はアンデスの山々とブラジル盾状地との間をゆったりと流れ、本プロジェクトの対象地域はこれらの中のマモレ川流域に属している。また、この対象地域には 10 以上の支川があり、代表的なものとして、イバレ川、ティハムチ川、アペレ川、クベレネ川、ムルリータ川、ムセルナ川、チェベハクレ川、マトス川、クリラビータ川、そしてクリラーバ川及びマニキ川等がある。これらの川の概要は表 2.1-1 及び 2.1-2 にまとめられている。

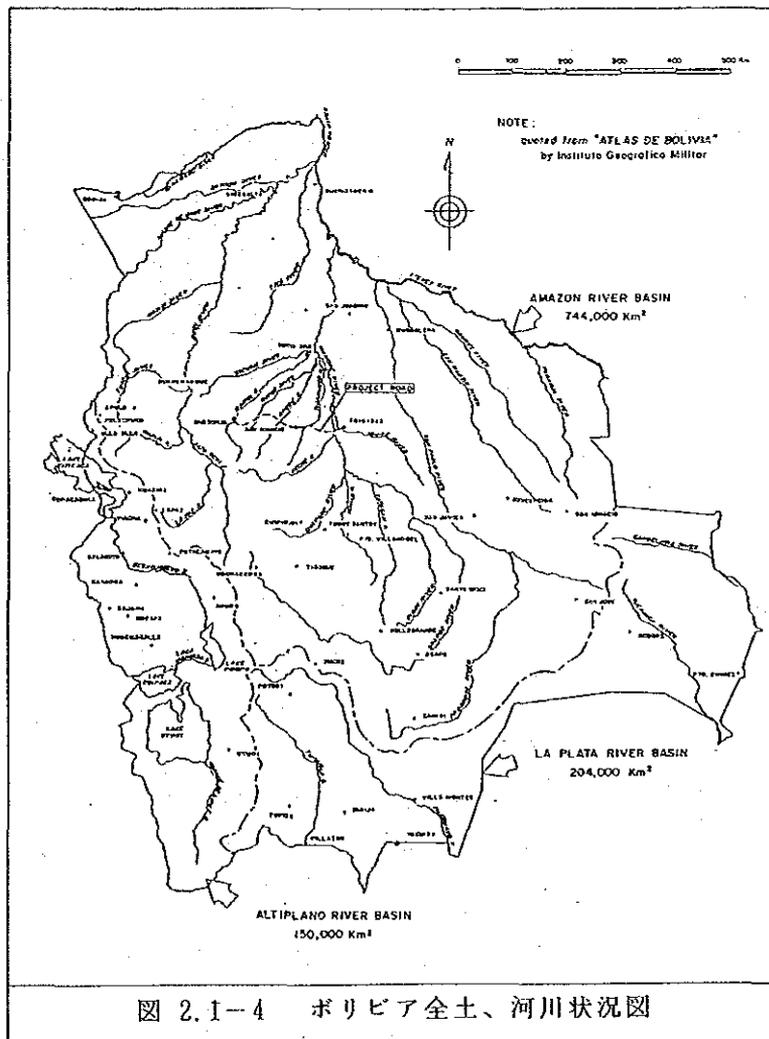


図 2.1-4 ボリビア全土、河川状況図

2.1.3.2 マモレ川

(1) 現況

マモレ川はボリビアで一番大きく、その流域面積は 166,400km²を有し、延長は2,200 kmにも及んでいる。

マモレ川はパンパを約 1:10,000の勾配でゆったり流れ、川幅は約 400m、また雨季の水深が 20 m、乾季の水深が 10 mとなっている。雨季にはオーバーフローした水が堤防を越え、パンパ全域を洪水域としている。

マモレ川及びその周辺の地形は場所によって大きくかわっており、一部には川の兩岸が自然堤防で形成されている所や、三ヶ月状に突出した所などでは堆積作用により土砂の沈澱した箇所が多く見られる。

社会経済的な観点からすれば、マモレ川はこの地域の主要な交通手段となっており、その重要性は認められてはいるものの、雨季及び乾季の水位の変動が激しいため、農業や飲料水等の有効利用はされていないのが現状である。

(2) 河道の変遷

次にあげる地域写真四葉は、SNAより引用した。図 2.1-5 はそれらの写真を互いに重ねたものである。

- | | | | |
|-------------|----|---|---------|
| 1) 1958年 乾季 | 縮尺 | 約 | 四万分の一 |
| 2) 1964年 8月 | " | " | 五 " |
| 3) 1979年 3月 | " | " | 四 " |
| 4) 1985年11月 | " | " | 二万五千分の一 |

(当調査撮影)

図 2.1-5 のようにマモレ川は変化し、自然発生した 10 km幅の堤内でおよそ 5 kmの中で蛇行していることがわかる。このような変化は 1958年からの 27 年間に生じたものである。蛇行の間隔、巾はかなり一定で各々 3.5km、1.5kmである。蛇行は年間約 140m~110 mでかなり下流まで進んできている。(表 2.1-3 参照)

河川の浸食部が近付くと河は短絡し、三日月状の湖を残す。

三日月湖の位置及び残った河道跡によって、近年マモレ川が左岸方向に進もうとしており、右岸側にあふれることは滅多になかったことがいえる。

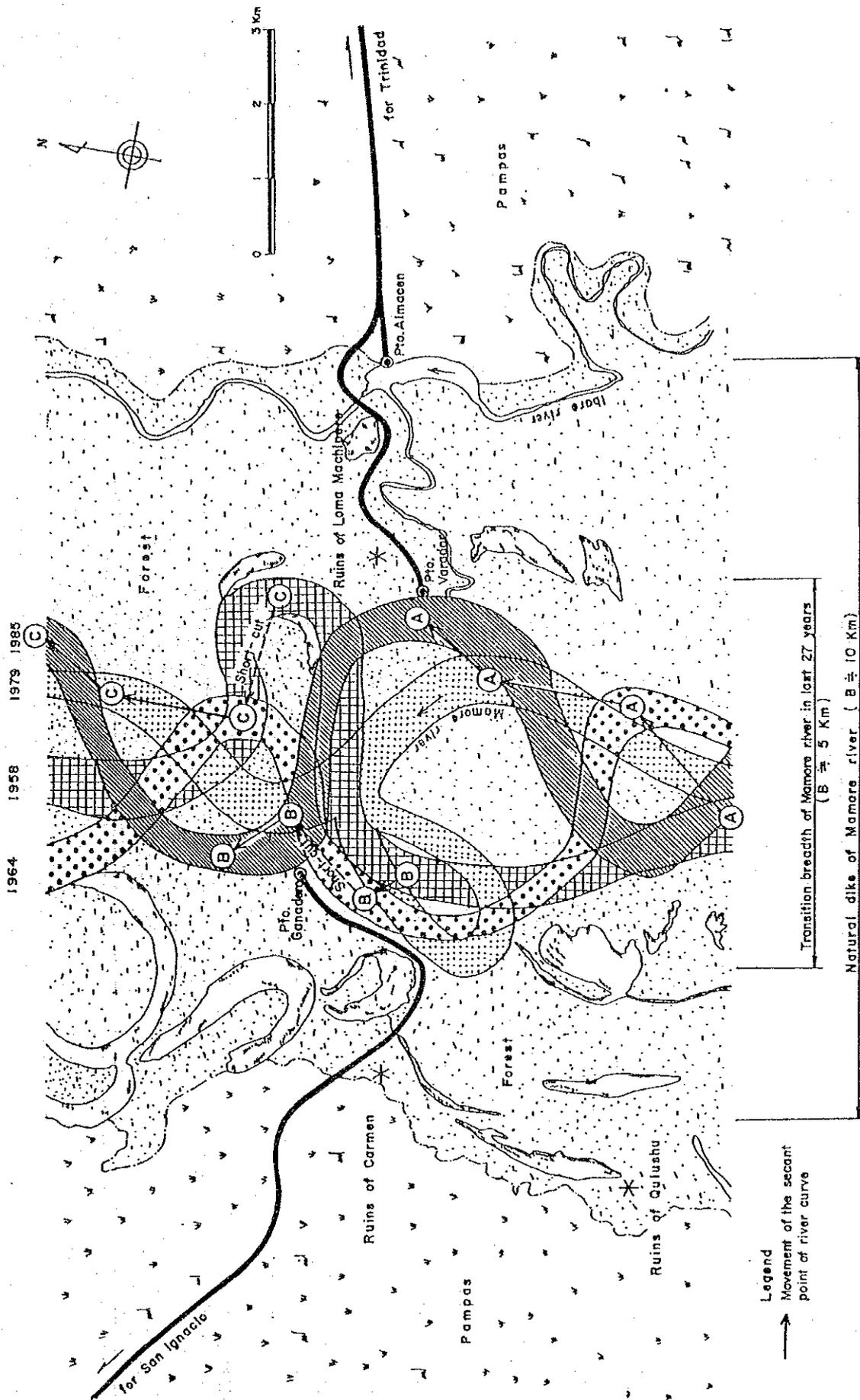


図 2.1-5 マモレ川 河道移動状況図

表 2. I-1 河川状況一覽表
(計画道路上流部)

Name of River Basin	River Basin		Flood Area (km ²)
	Catchment Area (km ²)	Stream Length (km)	
Ibare River Basin	6,720	280	2,920
Mamore River Basin	166,400	2,200	14,200
- Secure	22,285	460	
- Chapare	7,810	440	
- Ichilo	16,755	420	
- Grande	114,145	1,940	
- Residual Area	5,435	260	
Tijamuchi River Basin	6,260	290	2,550
Apere-Matos River Basin	7,120	220	1,300
- Apere		220	
- Cuverene		180	
- Mururita		60	
- Museruna		90	
- Chevejecure		200	
- Matos		180	
- Curirabita		50	
- Curiraba		70	
Maniqui River Basin	3,140	240	nil

表 2.1-2 河川状況一覽表
(計畫道路周辺地域)

River Name	Condition of River Channel	Longitudinal Gradient 1)	Channel width (m) 1)	Flood Mark Height EL. (m) 1)	Deepest Riverbed Height EL (m)	Maximum Water Depth (m)
Ibare River	stable	1/19,000	90	154.6	140.0	14.6
Mamore River	extremely changeable	1/22,000	420	154.7	135.5	19.2
Tijamuchi River	stable	1/17,000	90	153.6	139.4	14.2
Apere-Matos River Basin:						
- Apere River	stable	1/5,000	80	160.5	151.0	9.5
- Cuverene River	-do-	1/5,000	60	160.6	152.3	8.3
- Mururita River	-do-	1/3,500	20	160.6	157.0	3.6
- Museruna River	-do-	1/3,500	25	161.9	157.5	4.4
- Chevejecure River	-do-	1/3,500	20	163.3	159.4	3.9
- Matos River	-do-	1/3,500	30	171.8	167.4	4.4
- Curirabita River	-do-	1/3,000	20	188.2	184.8	3.4
- Curiraba River	-do-	1/3,000	25	189.6	185.8	3.8
Maniqui River	changeable	1/2,500	130	193.5	185.5	8.0

1) According to our survey results.

表 2.1-3 マモレ川の変動特長一覧表

Secant Point of River Curve	Transition Direction	1958 - 1964		1964 - 1979		1979 - 1985		Average Transition Velocity (m/year)
		Transition Distance (m)	Transition Velocity (m/year)	Transition Distance (m)	Transition Velocity (m/year)	Transition Distance (m)	Transition Velocity (m/year)	
A	Downstream	1,200	200	1,900	130	1,000	170	170
	Outside	1,500	250	500	33	800	130	140
B	Downstream	500	83	- shortcut	-	900	150	120
	Outside	400	67	-	-	600	100	84
C	Downstream	- shortcut	-	1,700	110	1,000	170	140
	Outside	-	-	400	27	800	130	79
Average								
	Downstream							140
	Outside							110

2.1.3.3 イバレ川、ティハムチ川

イバレ川、ティハムチ川はそれぞれ、マモレ川の右側、左側の支流であり、流域は各々 6,720km²、6,260km²である。(図 2.1-6 参照)

両河川共に、マモレ川の自然堤防の中で下流に向かってはげしく蛇行している。

縦断勾配はイバレ川が 1:19,000、ティハムチ川が 1:17,900である。

両河川供河道巾員は 90 mである。

両河川共に雨季には、マモレ川のように、氾濫するが、雨季と乾季とではその流水面に約 10 mの差がある。

前述の地域写真を比較してみると、これら両河川の河道は、非常にはげしく蛇行しているものの、それほど変化しなかったと云えるであろう。

イバレ川は、トリニダドに近いので、船舶交通路として非常に役立っている。しかし、ティハムチ川は、トリニダドからはなれているので、そのような目的には用いられない。

2.1.3.4 洪水地域

洪水地域は、地形的に2つのゾーンに分けられる。即ち、

(1) マモレ川の自然堤防巾約 10 km、最大高さ約 3m

(2) ゾーン(1)の背後に広がる、湿地帯、或いはパンパ地帯

自然堤防地域は殆ど森林で覆われており、多くの三日月湖が残っている。パンパ地域の殆どは、牧場家屋のために盛られた小さな丘を除けば、低地である。パンパは牧草地にしか利用されない。

1976年より 1979年迄のランドサット データの画像分析、及び、SNC、CORDEB ENI、DGHN、やCEPIMAとの会見調査によれば、洪水地域は、プロジェクト道路の上流側で、巾約 100km延長約 150kmの範囲で広がっている。このことは図2.1-6に示す。更に、この地域を 3つの洪水地域に分ける。即ち、イバレ川地域(2,920 km²)、マモレ川地域(14,200 km²)そしてティハムチ川地域(2,550km²)である。これら 3地域は近年の雨季に於いて大きな変化はもたらされなかったようである。この地域の地形状態より、洪水は次のような順に進むと考えられる。

即ち(1) 自然堤防地域の三日月湖とパンパ地帯の湿地に流れ込み、

(2) 更にパンパ地帯全体に広がる。

プロジェクト道路は、国道 3号線の一部であるが、マモレ川の河道部分を除いて、垂直方向に通っている。この道路は巾員約 10 mで地盤の高さより 1~3 m高い。雨季においては道の両側共に完全に浸水する。道路に埋設された排水管が多数あるにもかかわらず、氾濫した川の水は道路にまで溢れている。道路の特に排水管付近は、洗掘されている。

2.1.3.5 サンイグナシオとサンボルハ間の河川

サンイグナシオとサンボルハの間にある河川は、2つの川の流域内に位置する。即ち、アベレ～マトス川流域（7,120 km²、8河川より成る）及び、マニキ川流域（3,140 km²）である。前者の洪水域は、サンイグナシオとムセルナ川との間で、プロジェクト道路より上流の約 1,300km²である。この流域（アベレ～マトス川流域）には、流域の河川断面の流水能力をこえる溢水を集める傾向がある。他方、後者（マニキ川流域）の洪水域は、道路より上流側であるが無視しうるものである。（図 2.1-6 参照）

河川はみな北方のパンパに向って蛇行している。

河川巾員は 20 ～ 130m である。東から西に向って河床高さは高く、河床勾配はきつく（1:5,000 ～ 1:2,500）になっている。勾配はイバレ、マモレ、そしてティハムチ川に比べかなり大きい。（表 2.1-2 参照）

地域写真に依ると、1978年から 1985年にかけてその河筋が顕著に変化している。マニキ川を除いて、河道は安定していることが認められる。

2.2 社会・経済状況

2.2.1 ボリビアの社会・経済状況

2.2.1.1 ボリビアの人口

1984年のボリビアの人口は 6,252,721人であり、州別人口と共に、表 2.2-1 に示す。

これは 1950、1976両年の全国人口調査に基づき推計されたものである。

表 2.2-1 ボリビア州別人口

STATE AND CAPITAL CITY	1976	1980	1984	* (1976)	単位：人
CHUQUISACA	393,105	422,209	454,573	1.23	
Sucre	69,462	76,546	84,505		
LA PAZ	1,602,079	1,800,269	2,029,008	2.08	
La Paz	693,380	812,641	953,634		
COCHABAMBA	784,702	864,577	954,790	1.79	
Cochabamba	221,992	260,324	304,960		
ORURO	336,301	367,893	403,301	1.84	
Oruro	134,218	152,234	172,814		
POTOSI	725,384	788,983	859,749	0.98	
Potosi	85,378	96,387	109,876		
TARIJA	205,601	232,383	261,989	2.28	
Tarija	42,683	49,986	58,319		
SANTA CRUZ	764,594	879,136	1,011,690	4.09	
Santa Cruz	272,348	338,643	419,642		
BENI	179,964	204,385	231,976	3.28	
Trinidad	29,316	33,764	38,833		
PANDO	35,188	39,757	45,645	2.88	
Cobija	3,730	4,218	4,852		
TOTAL (BOLIVIA)	5,026,918	5,599,592	6,252,721	2.05	

SOURCE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

* INCREASE RATE OF POPULATION BY STATE

(%/yen)

2.2.1.2 ボリビアの国内粗生産

1984年のボリビアの国内粗生産額は 18,223,644 \$b (8680×1000US\$)であり、農牧畜がこのうち最も大きな比率 21.5 %を占めている。(表 2.2-2 参照)

表 2.2-2 ボリビアの国内粗生産

単位：100 万Sb

Sectors	Year	1978	1979	1980	1981	1982(p)	1983(p)	1984(p)	1985(e)
A. INDUSTRIES		107.064	106.192	106.530	106.204	99.253	90.462	87.408	85.403
1. Agriculture, forestry and fishery		21.533	22.230	22.561	22.348	23.325	16.577	19.507	20.130
- Agricultural products		15.136	15.501	15.726	17.252	18.425	12.013	14.968	16.240
- Livestock products		5.597	5.813	5.892	4.216	3.967	3.570	3.470	2.783
- Forestry, hunting and fishing		800	916	943	880	933	994	1.069	1.107
2. Mining		21.112	19.174	19.364	19.329	18.136	18.136	15.708	15.447
- Crude oil and natural gas		7.036	6.300	6.731	7.167	7.712	7.226	7.045	6.931
- Minerals		14.076	12.874	12.633	12.162	10.654	10.910	8.663	8.516
3. Manufacture		18.219	17.872	18.177	16.980	14.382	13.893	11.781	10.414
4. Electricity, gas and water		669	691	818	919	923	919	931	905
5. Construction and public work		5.479	4.846	4.401	3.879	3.464	3.364	2.839	3.004
6. Commerce		13.159	13.500	13.439	14.510	12.130	11.875	11.863	11.436
7. Transport, storage and communications		6.532	7.619	7.335	8.202	7.579	7.041	6.780	6.455
8. Finance, insurance, real state and general service		17.582	17.379	17.335	16.526	15.925	15.465	14.875	14.663
- Financial service to the private sector		7.613	7.358	7.281	6.412	5.912	5.752	5.424	5.212
- House property		9.969	10.021	10.054	10.114	10.013	9.713	9.451	9.451
9. Commodity, social and personal services		4.862	4.913	5.032	5.012	4.561	4.556	4.410	4.185
- Banking service		-2.083	-2.032	-1.932	-1.501	-1.402	-1.364	-1.286	-1.236
B. PUBLIC ADMINISTRATIONS SERVICES		12.852	13.995	12.940	12.360	12.595	13.048	13.100	12.838
C. DOMESTIC SERVICE		638	652	668	687	629	628	591	573
TOTAL: at producer's prices		120.554	120.839	120.138	119.251	112.477	104.138	101.099	98.814
indirect taxes for import		3.567	3.260	3.269	3.743	2.425	2.374	2.160	2.283
TOTAL: at consumer's prices		124.121	124.099	123.407	122.994	114.902	106.512	103.259	101.097

SOURCE: Banco Central de Bolivia - Departamento de Cuentas Nacionales.

注 この表の値は 1980年価格に換算してある。

2.2.1.3 ボリビアの貿易

ボリビアの貿易収支は表 2.2-3 に示すとおりである。

表 2.2-3 ボリビアの貿易収支

単位：100 万US\$

YEARS	Exports Official Value	Imports CIF Bolivia	Balance
1975	530.1	574.5	- 44.4
1976	637.1	595.0	42.1
1977	715.4	591.2	124.3
1978	725.4	768.7	- 43.3
1979	857.2	894.3	- 37.1
1980	1.037.1	665.4	371.7
1981	983.9	917.1	66.8
1982	898.5	546.7 (P)	351.8
1983	788.6	532.3 (P)	256.3

2.2.2 計画対象地域の社会・経済指標

2.2.2.1 ベニの人口

1984年のベニの人口は 242,143人であり、県別人口と共に表 2.2-4 に示す。

又、ベニ州内の主要都市の人口は表 2.2-5 に示すとおりである。

表 2.2-4 BENI 県別人口の経年変化

Unit: person

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Beni	168,367	173,856	179,524	185,376	204,385	211,211	217,703	224,844	242,143	250,460
Cercado	35,172	36,319	37,502	38,725	42,696	44,122	45,478	46,970	58,627	60,831
Vaca Diez	42,386	43,760	45,186	46,659	51,444	53,162	54,796	56,593	58,386	61,302
Ballivian	24,789	25,539	26,372	27,232	30,024	31,027	31,981	33,030	34,309	35,373
Yacuma	15,714	16,221	16,750	17,296	19,069	19,706	20,312	20,978	21,643	22,115
Moxos	15,028	15,575	16,031	16,554	18,252	18,861	19,441	20,079	20,715	21,212
Marban	11,578	11,961	12,351	12,754	14,062	14,531	14,978	15,491	15,960	16,357
Mamoré	9,349	9,649	9,964	10,288	11,343	11,722	12,083	12,479	12,875	13,142
Itenez	14,401	14,882	15,368	15,868	17,495	18,080	18,634	19,224	19,626	20,128

SOURCE : INE

表 2.2-5 主要都市の人口及び伸び率

City	1950	1976	1983 Estimation	Annual Rate of Increase (1950-1976) (%)	Annual Rate of Increase (1976-1983) (%)
Trinidad	10,759	28,649	36,524	3.84	3.53
Riberalta	6,548	18,426	24,247	4.06	4.00
Guayaramerin	* 1,470	13,302	20,001	8.86	6.00
Santa Ana de Yacuma	2,225	5,807	7,388	3.76	3.50
San Borja	* 708	4,855	7,299	7.69	6.00
Magdalena	* 1,724	3,523	4,188	2.79	2.50
Reyes	* 1,404	3,390	4,169	3.45	3.00
San Ignacio	* 1,757	3,208	3,814	2.34	2.50
San Ramon	* 1,161	2,227	2,647	2.54	2.50
Rurrenabaque	* 1,225	2,180	2,504	2.24	2.00
San Joaquin	* 1,959	2,112	2,264	0.29	1.00
Santa Rosa	* 765	* 1,798	2,211	3.34	3.00
TOTAL URBANO	19,532	87,679	117,256	5.95	4.24

SOURCE: I.N.E.

* Not included in Total

2.2.2.2 ベニの経済

ベニの粗生産額の伸びは、ボリビアのそれより大きく、年率 7.08 %を示している。表 2.2-6 にベニの粗生産額の推移を示す。

表 2.2-6 BENI粗生産額及びその伸び率

(100 万\$b in 1970)

Economical sector	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Annual Growth Rate (1978 - 1980)
Productive Sectors	195.5	199.2	204.9	218.9	236.0	295.3	293.8	298.5	304.6	308.6	5.20 %
Agricultural and Stock Farming	101.4	167.2	171.6	179.8	192.3	246.8	244.3	249.3	254.3	258.5	5.16 %
Industry	24.8	25.5	27.1	32.2	35.8	39.8	39.9	38.8	39.9	39.9	5.43 %
Construction	6.3	6.5	6.2	6.9	7.9	8.7	9.6	10.4	10.7	10.2	5.50 %
Sector of Basic Infrastructure	32.7	35.6	38.0	41.6	46.0	64.9	71.5	88.1	90.9	92.8	12.29 %
Energy	2.2	2.4	2.3	2.5	2.7	2.5	2.7	2.8	3.0	3.1	3.88 %
Transportation Communication	30.5	32.2	35.7	39.1	43.3	62.1	68.3	85.3	87.9	89.7	12.73 %
Services Sectors	191.2	141.6	166.1	178.3	197.4	245.2	260.8	252.4	259.9	264.0	8.08 %
Commercial Finances	40.2	33.3	69.5	77.7	87.7	116.9	126.0	113.3	116.4	117.9	10.97 %
Governments	18.5	42.1	24.8	26.4	29.4	31.5	33.3	33.7	34.4	34.8	7.27 %
House Holding	30.4	29.7	34.2	35.8	38.4	43.2	46.1	46.8	47.8	48.5	5.33 %
Other Holding	96.1	36.5	37.6	38.4	41.9	53.6	55.4	58.6	61.3	62.8	6.34 %
Gross domestic Product	359.4	376.4	409.0	438.8	479.4	605.4	626.1	639.0	655.7	665.4	7.08 %

SOURCE: H.P.C.

2.2.2.3 ベニの開発計画

ベニの開発計画は、CORDEBENI により計画され、国の協力のもとに表 2.2-7 に示す開発プロジェクトが進行している。

これらの開発計画は、下記の大きな目標達成を目途としている。

- 生産の多様化
- 生産量と収入の増加
- 生産用機材の整備、充実
- ベニの経済圏の拡大の為、ラ・パス、コチャバンバ、サンタクルス、その他都市との緊密な経済関係の樹立

表 2.2-7 ベニの開発プロジェクト

プロジェクト名	プロジェクト 対象地域	プロジェクトの 進捗状況
米増産プロジェクト	トリニダ、サン・ボルハ リベラルタ、マグダネラ各郡	1976年 以降 事業進行中
コーヒー、カカオ 増産プロジェクト	マクソス、セルカド、マルバ ン、パリアビアン各郡	1980年 以降 事業進行中
穀物集荷センター 充実プロジェクト	マルバン郡	先行投資中
生産応援サービスセンター プロジェクト	トリニダ〜サンタ・クルス間 トリニダ〜ラパス間 その他	
唐モロコシ・大豆 生産計画	セルカド、マルバン各郡	1983年からF/S 実施中
動物保健プロジェクト	サンイダナシオ、サンボルハ ロレック 各市	事業進行中
養豚場プロジェクト	サンボルハ市 マルバン郡	事業進行中
サンタマルタ畜産 試験場プロジェクト	サンボルハ市	事業進行中
牧草及び乾草の改良及び 合理的管理プロジェクト	88NI州全域	FAO に依る S/W 準備中
漁業会社 設立プロジェクト	トリニダ周辺地域	投資中
漁業パイロット (試験漁業) プロジェクト	トリニダ及びマモレ川流域	投資中
サン・カリトス 農業試験場建設	マルバン郡内 サンカリトス市	実施中
食料の自給・自足 プロジェクト	トリニダ、サンボルハ、 その他	実施中
農業総合開発計画	セルカド、マルバン、モクソ ス 各郡	投資主を探し中
牛乳加工工場 建設プロジェクト	トリニダ市	プレF/S
革なめし工場 建設プロジェクト	トリニダ、マグダネラ、 レイエス、サンタ・ブナ各市	F/S' 完了
製材工場 建設プロジェクト	サン・ボルハ市 チマネス地区	F/S' 完了
農村道 建設プロジェクト	ベニ州全域	1984年以降 事業進行中
トリニダ〜サン・ラモン〜フレ ス間道路建設プロジェクト	マルバン、イテネス、ヤクマ 各郡	実施中
カサベラ〜エル・カルメン間 道路建設プロジェクト	セルカド、イテネス両郡	実施中

表 2.2-8 各州の家畜飼育頭数(1985 ~ 1984)

Unit: x 1000 Head

1985	Total	Chuquisaca	La Paz	Cochabamba	Oruro	Potosi	Tarija	Santa Cruz	Beni	Pando
Cattle	5,851.1	553.0	407.2	446.4	148.9	133.4	332.4	1,358.0	2,454.5	17.3
Sheep	9,413.1	582.7	2,513.8	1,239.5	2,664.4	2,184.4	154.4	50.6	22.2	1.4
Pig	1,111.7	539.9	210.5	141.5	25.5	96.9	121.4	167.5	85.3	23.2
Goat	1,226.7	303.7	26.2	93.4	0.0	583.8	197.9	15.1	6.5	0.0
Mule	677.4	51.5	109.7	35.8	32.4	161.1	267.7	17.1	1.6	0.5
Horse	310.6	47.9	8.4	100.7	0.0	2.1	22.1	83.6	45.2	0.6
LLama	1,266.4	0.0	182.2	100.7	406.9	576.3	0.0	0.3	0.0	0.0
Alpaca	166.9	0.0	70.9	19.6	54.4	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chicken etc.	7,140.3	403.9	1,531.2	1,589.3	111.4	430.5	402.3	1,840.7	538.7	202.3
Duck and Turkey	523.6	53.7	20.6	162.5	0.0	21.2	37.7	129.6	76.2	22.1
1984										
Cattle	5,985.4	639.4	387.2	341.0	146.3	113.2	352.2	1,229.5	2,764.9	9.7
Sheep	9,286.7	486.8	2,533.3	1,062.9	2,687.4	2,315.4	150.0	42.5	5.7	2.7
Pig	1,135.5	304.9	217.7	111.5	26.9	93.5	120.4	167.4	71.0	22.1
Goat	1,352.7	362.7	27.4	147.1	0.0	544.5	183.8	85.3	2.0	0.0
Mule	454.8	49.0	132.3	60.0	29.1	137.5	23.6	21.1	1.5	0.6
Horse	292.6	25.5	4.7	23.8	0.0	1.6	35.3	89.9	111.4	0.4
LLama	1,502.1	0.0	181.3	94.6	428.7	797.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alpaca	132.9	0.0	46.6	3.9	60.4	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chicken etc.	6,365.4	318.4	1,395.6	1,308.7	96.6	330.0	326.1	2,253.6	290.8	55.4
Duck and Turkey	339.8	27.1	15.6	55.8	24.2	21.1	36.6	129.1	26.9	1.4

SOURCE: M.A.C.A. I.N.E.

表 2.2-9 各州の牛肉生産量

Unit: ton/year

Year	Chiquisaca	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Oruro	Potosi	Tarija	Beni	Pando	TOTAL
1965	8,541	4,523	16,555	4,373	808	2,674	5,647	24,695	190	68,006
1966	8,600	4,641	16,914	4,602	803	2,609	5,599	25,844	197	69,836
1967	8,630	4,778	17,528	4,782	874	2,542	5,633	27,209	204	72,170
1968	8,663	4,919	18,083	5,051	887	2,592	5,489	28,360	215	74,259
1969	8,698	5,053	18,643	5,284	922	2,644	5,596	29,534	224	76,598
1970	8,705	5,199	19,528	5,750	979	2,697	5,709	32,820	236	81,623
1971	8,735	5,279	20,022	6,168	1,026	2,667	5,719	35,541	246	85,103
1972	8,821	5,442	20,387	6,471	1,073	2,699	5,335	36,909	259	87,396
1973	8,843	5,569	20,807	6,519	1,104	2,765	5,454	37,154	273	88,488
1974	8,921	5,608	21,439	6,632	1,150	2,809	5,518	38,534	286	90,897
1975	8,937	5,741	22,222	6,805	1,177	2,915	5,569	40,306	305	93,977
1976	8,981	5,835	23,168	7,020	1,297	3,017	5,710	41,629	317	96,974
1977	9,085	5,995	24,437	7,096	1,264	3,191	5,784	42,872	328	100,049
1978	9,248	6,816	25,649	7,255	1,283	3,308	6,024	44,241	355	103,549
1979	9,436	6,208	26,471	7,374	1,321	3,413	6,291	45,668	355	106,577
1980	9,653	6,593	28,327	7,520	1,332	3,450	6,724	47,811	371	111,781
1981	10,032	6,876	29,480	7,713	1,359	3,569	6,930	40,751	381	107,091
1982	10,386	7,065	30,524	7,880	1,365	3,182	7,182	41,883	395	109,862
1983	14,284	8,923	25,422	7,581	4,040	2,745	8,033	61,339	205	132,542
1984	15,606	8,940	31,379	8,503	5,239	2,502	8,875	62,594	231	141,869
1985	13,498	9,401	34,659	11,132	3,252	2,748	8,376	55,569	412	139,347

SOURCE M.A.C.A.

2.2.3 農牧畜生産とその消費

2.2.3.1 牧畜の生産と消費

ボリビアの最も重要な食料である牛肉の主要な生産地がベニである。

ベニでは、ボリビアの牛の 46 % に当る 280 万頭が飼育され、生産量の 44 % に当る 63 千トンが生産されている。

表 2.2-8 に牛その他家畜の州別飼育頭数、表 2.2-9 に牛肉の生産量を示す。又、表 2.2-10 はラパス市の肉の消費とその内のベニの占める割合を示したものであり、ラパスの肉の 60 % はベニ産の肉である。近年異常気象により、一時的な消費の減少が見られる。

COMIBOL の従業員 1 人当り、34kg/月の肉がベニから購入されている。しかし肉の高騰により、1 人当り 17kg/月の購入となっている。COMIBOL の従業員は現在 27,000 人程度であるが、将来 20,000 人体制への移行が計画されている。

1984 年 COMIBOL がベニから購入した肉の量は 11,264 トン/年であった。

表 2.2-10 ラパス市における牛肉総消費量

UNIT: ton/year

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Altiplano	5,924	6,330	6,619	7,485	6,715	8,953	7,108	7,124	4,490
Beni	10,347	11,846	13,097	12,053	14,928	11,794	8,000	8,288	6,820
TOTAL	16,271	18,176	19,716	19,538	21,643	20,747	15,124	15,396	11,310
Rate of Production in Beni State (%)	63.6	65.2	66.4	61.7	69.0	56.8	52.9	53.8	60.3

SOURCE: 1976 - 1979 M.A.C.A
1980 - 1984 M.I.C.T. MEAT COMMITTEE

2.2.3.2 農産品の生産と消費

ボリビアの主要な農産品の州別の生産量及び消費量は、表 2.2-11、及び表 2.2-12に示すとおりである。(1984年値)

表 2.2-11 主要農産品生産量

Unit: ton/year

	POTATO	MAIZE	WHEAT	BANANA	YUCA	RICE
Chuquisaca	100,786	76,425	15,232	0	4,316	123
La Paz	162,531	29,564	4,680	45,312	13,200	16,806
Cochabamba	180,259	67,756	24,194	74,303	23,393	10,746
Oruro	53,460	29	197	0	0	0
Potosi	124,306	32,426	20,148	0	0	0
Tarija	36,954	86,601	2,547	1,417	1,247	459
Santa Cruz	5,168	166,662	1,458	80,556	161,835	127,800
Beni	0	17,482	0	43,647	46,847	26,057
Pando	0	11,908	0	24,689	29,490	11,789
Total Amount of Product	663,464	488,853	68,456	269,924	280,328	193,780
Total Amount of Consumption	663,664	468,953	352,333	269,924	280,328	136,994
Export	0	+20,000	0	0	0	0
Import	-200	-100	-273,478	0	0	0
Stock to Next Year	0	0	0	0	0	56,786
Stock from Last Year	0	0	-10,399	0	0	0

SOURCE: M.A.C.A.

表 2.2-12 各州の食品消費量推計値

State	Potato	Maize	Wheat	Banana	Yuca	Rice
Average per head (kg/year)	106	75	56	43	45	22
Nations total (ton/year)	663,664	468,953	352,333	269,924	280,328	136,994
Chuquisaca	48,447	34,233	25,720	19,704	20,464	10,001
La Paz	215,691	152,410	114,508	87,725	91,106	44,523
Cochabamba	101,541	71,750	53,907	41,298	42,891	20,960
Oruro	43,138	30,482	22,901	17,545	18,221	8,905
Potosi	90,922	64,247	48,270	36,980	38,405	18,768
Tarija	27,874	19,696	14,798	11,337	11,774	5,954
Santa Cruz	107,513	75,970	57,078	43,728	45,413	22,193
Beni	24,556	17,351	13,037	9,987	10,372	5,069
Pando	3,982	2,814	2,114	1,620	1,682	822

SOURCE: DATA WAS OBTAINED FROM "ESTUDIO OF PROGNOSTIC AGRICULTURE", AND POPULATION, DATA WAS OBTAINED FROM I.N.E.

2.3 交通現況

2.3.1 道路状況

2.3.1.1 ボリビアの道路

ボリビア国内には、SNC管理（統計上表られる数値）の道路総延長は、約41千kmあり、道路密度は1,000km²当り、37.3 kmとなっている。その内約15%が幹線道路と呼ばれる道路で、1号から10号までのルートで成り立っている。

（図2.3-1参照）

本計画道路は、ラパス～ユクモ～サンボルハ～サンイグナシオ～トリニダを結びトリニダ～サンタクルス間を9号線、サンタクルス～コチャバンパ～オルロ間を4号線、オルロ～ラパス間を1号線で各々連絡する事により、国内主要都市を結ぶ主要幹線環状道路を形成する。上記幹線道路の内サンボルハ～トリニダ間を除いては、一応年間を通じて通行可能な「全天候型」の道路とすることが出来る。サンボルハ～トリニダ間の既存道路は規格の低い道路で改良工事の残された最後の区間と言える。

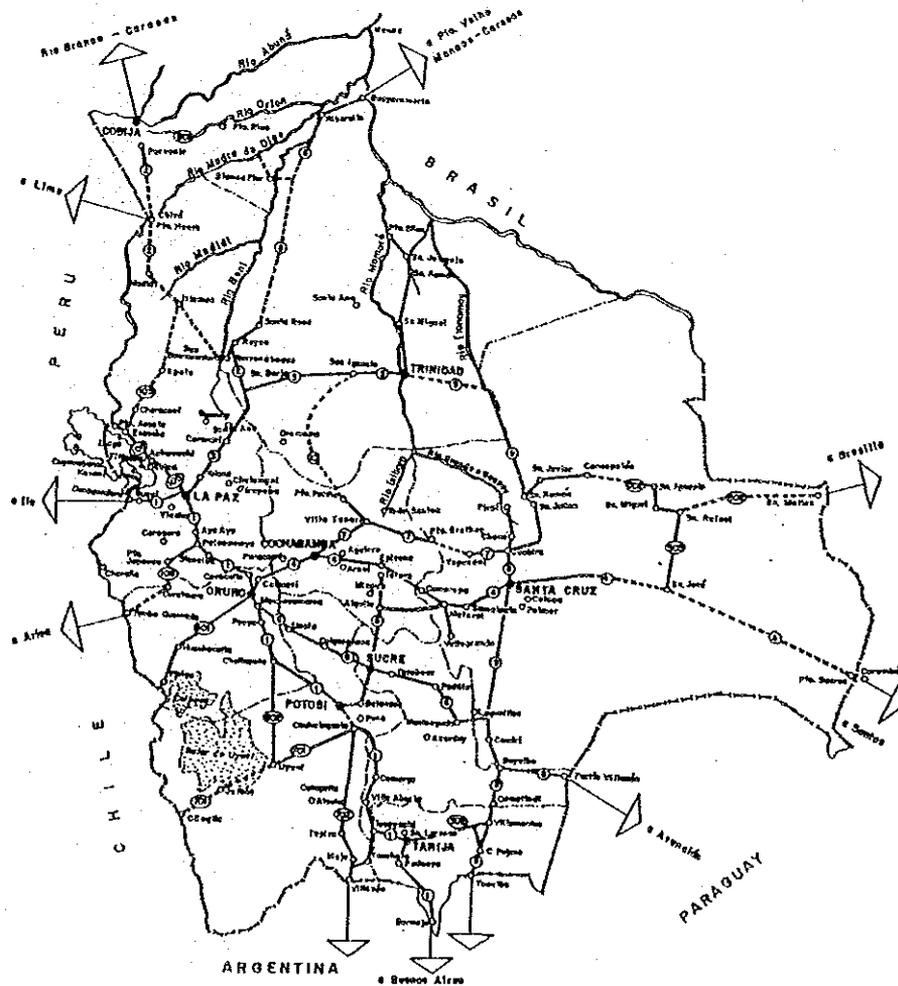


図 2.3-1 道路網図

2.3.1.2 対象地域の道路

サンボルハ〜トリニダ間は 228kmで、1976年11月、この間を結ぶ道路が完成した。

この道路は、道路両側から盛土材をかき集め、現地盤より 0.3〜 3.0m盛土した簡単な道路構造である。

路面は、砂利舗装ではなく、いわゆる赤土の路面で、自動車の重量に耐えられず随所にわだち堀れを生じ、又近年の気象異常により路肩部がくずれている箇所も多い。現道天端巾は、9m程度であるが、上記理由により十分安全に走行出来る区間が少ない。

又、現道は数多くの中小河川を横断している。横断排水構造物は、主としてコルゲート・パイプを並べその上に土砂で盛土した実に不安定な構造形式であり、少し横断する流量が多くなると越流する箇所も多く、かつ、呑、吐口部での崩壊に対する防護もほとんどなされていない。

特にトリニダ以西の 40 km区間は、雨季において現道のほとんどが水面下となる。そのため道路の通行不可能期間は、年により多少異なるが 5〜 6か月に及ぶこともある。サンボルハ〜サン・イグナシオ間は、雨季に道路が冠水する地域が少なく冠水期間も、トリニダ周辺に比べ比較的短い。路面が軟弱なため降雨後一週間は、軽車輛といえども通行不可能な状態が続く。

以上の様な道路現況から、道路に対する信頼性を低下させ、利用する交通量も減少の傾向にある。

図 2.3-2、図 2.3-3 に 3号線の現況、又表 2.3-1 にサンボルハ〜トリニダ間（検討対象区間）の河川の渡河状況を示す。

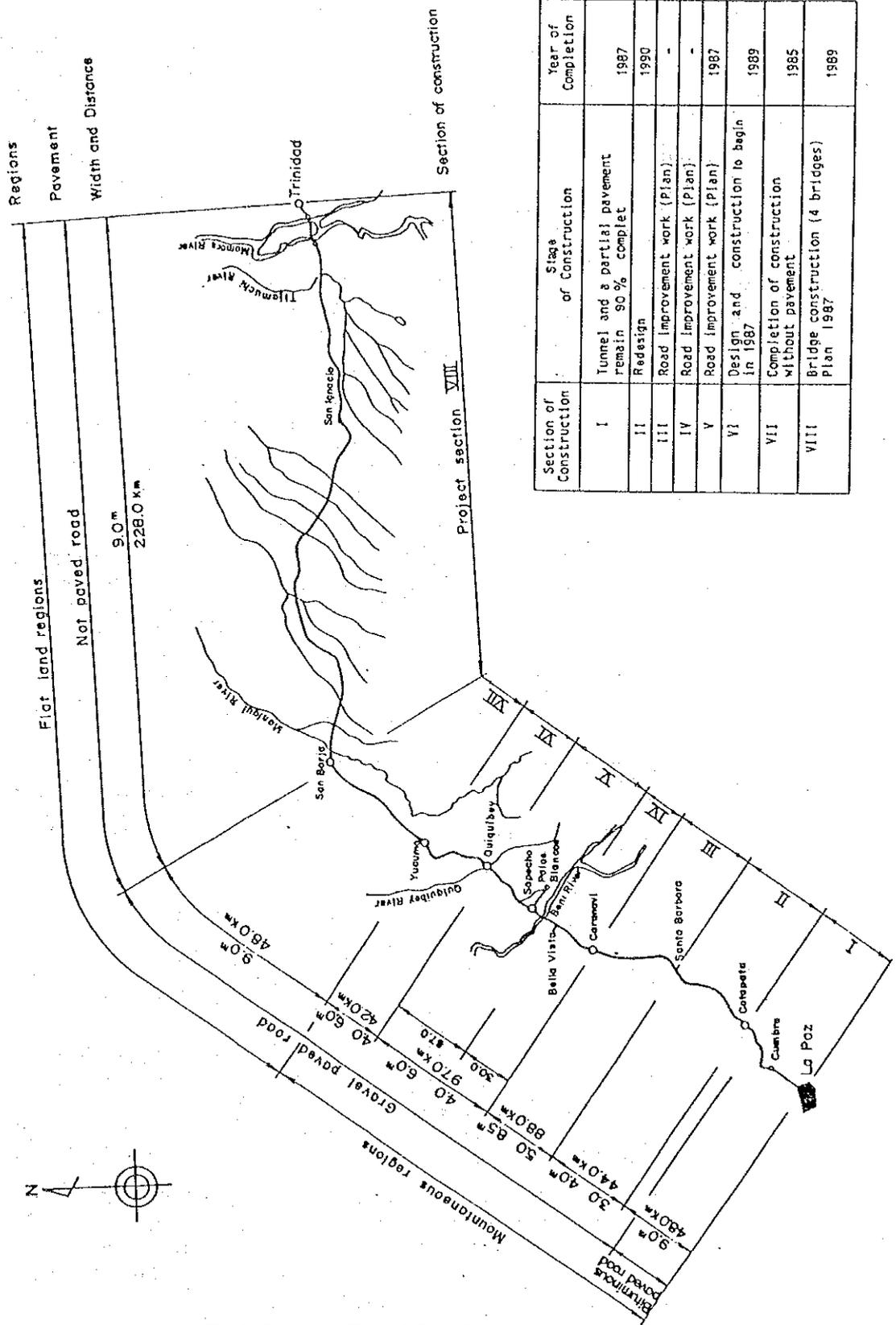


图 2.3-2 国道 3号線現況图

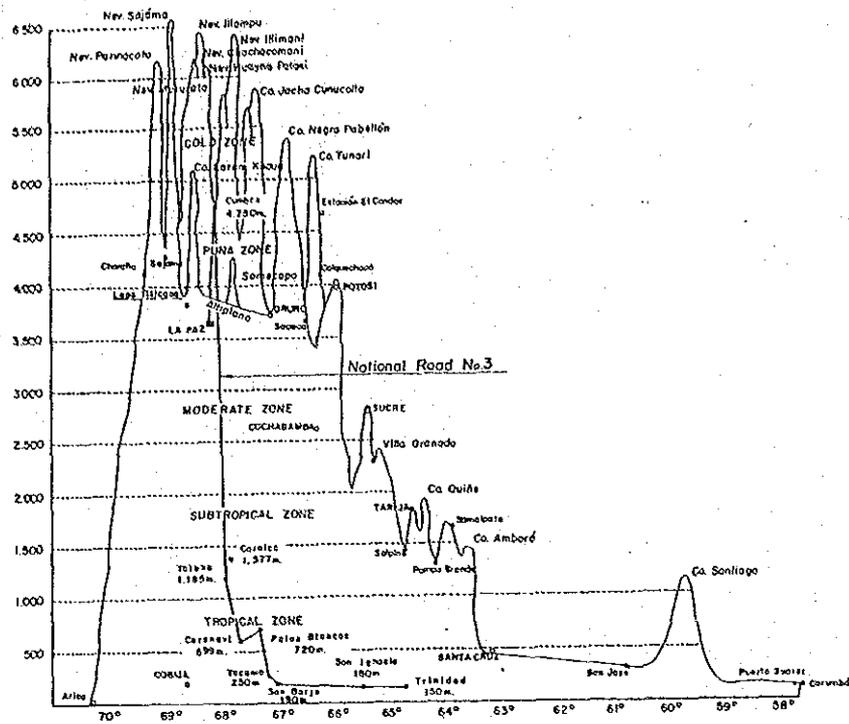


图 2.3-3 国道 3号線縱断面图

表 2.3-1 河川横断现状状况表

Name of Place	Present Condition	Planning	Remarks
Ibare	Pontoon	3 PCBx	L=180.4m, b=7.3m X1
Mamore	Pontoon	Ferry Boat	-
Tijamuchi	Pontoon	3 PCT	L=1260m, b=7.3m X1
Apere	Pontoon	3 PCT	L=91.6m, b=7.3m X1
Tajibo	Corrugate Pipe	Bridge	-
Tigre	Corrugate Pipe	Bridge	-
Cuberene	Pontoon	3 PCT	L=91.6m, b=7.3m X1
Mururita	Corrugate Pipe	Bridge	-
Museruna	Wooden Bridge	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X2
Chevejecure	French Drain	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X1
Matos	Wooden Bridge	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X1
Curirabita	Wooden Bridge	Bridge	-
Curiraba	Wooden Bridge	Bridge	-
Maniqui	Pontoon	3 PCBx	L=154.0m, b=7.3m X2

Note: 3 PCBx ----- Three span continuous P.C box girder bridge
 3 PCT ----- Three span continuous P.C past tention girder bridge
 3 SRC ----- Three span continuous R.C bridge
 X1 ----- Design complete
 X2 ----- Under construction
 L ----- Total bridge length
 b ----- Bridge width

2.3.2 交通状況

2.3.2.1 道路交通

(1) 自動車保有台数

ボリビア国内、州別自動車保有台数の経年変化は、表 2.3-2 に示すとおりである。

表 2.3-2 自動車保有台数

単位：台

YEARS	TOTAL	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Oruro	Potosí	Chuquisaca	Tarija	Beni	Pando
1973	63,758	26,793	10,552	14,006	4,589	3,159	2,257	2,141	261	-
1974	71,127	29,699	12,888	14,813	4,828	3,529	2,497	2,479	474	-
1975	84,745	34,856	16,493	17,038	5,492	3,913	2,850	3,216	887	-
1976	97,655	39,369	19,420	20,332	6,093	4,177	3,120	3,684	1,424	36
1977	109,440	43,173	21,647	24,700	6,632	4,454	3,325	4,049	1,424	36
1978	118,222	47,013	22,402	27,680	6,920	4,661	3,584	4,502	1,424	36
1979	128,713	52,071	23,921	30,345	7,586	4,976	3,852	4,502	1,424	36
1980	146,015	55,685	29,449	32,825	8,374	5,346	4,221	4,873	5,206	36
1981	163,145	60,736	35,792	36,385	9,181	5,707	4,700	4,947	5,728	49
1982	177,794	63,546	40,579	37,458	11,251	6,891	5,724	5,744	6,187	494
1983	197,351	70,536	45,043	41,578	12,489	7,649	6,354	6,376	6,778	548

SOURCE: S. N. C.

(2) 燃料の消費

ベニにおける燃料の消費量は表 2.3-3 に示すとおりである。

表 2.3-3 ベニの燃料消費量

	Unit	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Gasoline	m3	3,289	8,983.6	9,171.2	10,208.2	11,771.1	11,053.6	9,001.8	9,951.1 ³⁾
Diesel Oil	m3	3,356	8,340.9	8,743.9	9,237.6	10,445.5	10,781.0	10,029.1	10,464.5
Kerosine	m3	-	4,494.7	4,378.8	3,943.2	4,239.0	4,063.2	1,884.4	2,691.5
Total	m3	-	21,819.2	22,293.9	23,389.1	26,455.6	25,897.8	20,915.3	23,107.1
Total x 0.75 Ton 2)	Ton	-	16,360	16,720	17,540	19,840	19,420	15,690	17,330

Note: 1) Taken from Y.P.F.B.
 2) 1m3 = 0.75 Ton.
 3) Total up to November x 12/11

(3) 自動車交通量

検討対象の道路を、トリニダ～サンイグナシオ～サンボルハの3区間に分け、交通量が調査されており、その結果は、表 2.3-4、図 2.3-4 に示すとおりである。

表 2.3-4 交通量の推移

Section	Year			
	1981	1982	1983	1984
San Borja - San Ignacio	99	78	82	53
San Ignacio - Pto. Ganadero	138	89	68	52
Pto. Varador - Trinidad	378	481	393	372

Unit: Veh/Day

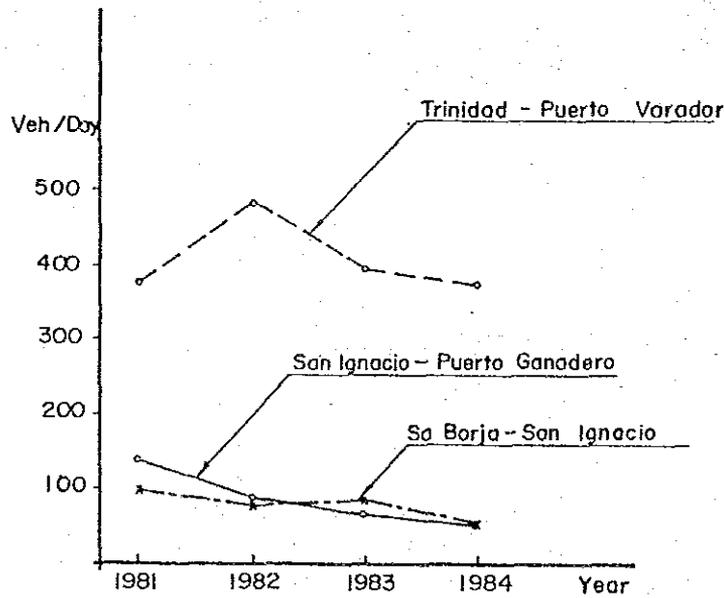


図 2.3-4 トリニダ～サンボルハ間交通量推移図

2.3.2.2 他の交通機関

(1) 航空機

ベニ州には 1,100m以上の滑走路を有する飛行場が 11ヶ所、その他の飛行場が 30ヶ所存在する。この事は、平均すると、約 70 kmに 1ヶ所飛行場がある事となり、ベニ州がいかにかにその交通手段を航空機に頼っているかが判る。

1983年トリニダの飛行場における航空貨物の取扱い量は、トリニダ発 510t、同着 1,243t、又、旅客数は、トリニダ発着合計 14 万人となっている。

航空貨物、旅客の発着地は、ラパス、コチャバンバ、サンタクルスが主要地点となっている。

(2) 水運

トリニダ周辺の港は、ガナデーロ、バラドール両港が主要港であり、マモレ川を經由し、コチャバンバ、グアヤラメリン等と連絡している。ガナデーロ、バラドール両港における貨物の取扱い量は 1984 年で 24 千t 内、両港発が 6.4千t、同着が 17.6 千t となっている。

この貨物の発着地は、そのほとんどがコチャバンバである。

(3) 交通から見たトリニダ

トリニダに到着する貨物量は、発送する貨物量の 2倍以上となっている。又、到着する貨物は食料、燃料、薬品等、生活物資が主である。発送する貨物は、牛肉、毛皮、空ビンである。

特に小麦、砂糖、野菜、薬品等、生活必需品は、ラ・パスからトリニダへ空輸されている。航空運賃は、トラック輸送費より高価であり、トリニダの物価を押し上げている。その結果、ボリビア国内で、トリニダは最も物価の高い地域となっている。

この様な状況下、トリニダを起終点とする貨物の輸送手段を空輸からトラック輸送（陸上輸送）に変える必要があり、トリニダ～ラ・パス間の道路建設が期待されるものである。

第3章 測量・観測

第 3 章 測 量 ・ 観 測

3.1 地形測量、河川水深測量

3.1.1 現地測量

3.1.1.1 航空写真

調査地域の解析に使用する地形図がないので 180km にわたる現道沿 (縮尺 1:10,000) と 3,000km² に及ぶ冠水地域 (縮尺 1:25,000) の航空写真の撮影が必要であった。これはボリビア空軍 SNA の協力のもと、1985 年 11 月に実施した。これらのネガは SNA の管理下にある。

3.1.1.2 人工衛星による観測

基準点測量は人工衛星を使用し、トリニダ、プエルトガナデーロ、サンアントニオ及びサンペドロ、計 4箇所にコンクリート杭 (φ0.15m) を設置した。観測は JMR-4A を使用し、4昼夜平均 30 回の衛星通過データから JMR SP2-G のプログラムにかけ位置を計算した。

3.1.1.3 水準測量

トリニダ～サンボルハ間の 230km に準 2級水準測量を実施した。基準点は 16M-BTRINI 標高 154,743m を用いた。また現道沿 27 箇所に埋石ベンチマーク (φ0.15m) を設置した。

3.1.1.4 河川水深測量

主要 11 河川の現道と交差箇所及びこれより上流、下流 1km の位置で河床形状を測量した。

3.1.1.5 横断測量

マモレ川の河道は毎年変化している。その地形を把握するために横断測量を行った。測量はプエルト・パラドール上流約 5km の位置に、河道中心より両側 5km ずつ東西方向に行った。

3.1.2 LANDSAT による探査

3.1.2.1 概要

調査地域で大きな問題となる冠水域の分布及びその季節変動を把握するため、人工衛星 LANDSAT のデータを用いた。

3.1.2.2 使用データ

LANDSAT データのカラー写真と磁気テープベースを使用した。その内容を図 3.1-1 及び図 3.1-2 に示す。

(1) カラー写真

LANDSAT カラー写真 (縮尺 1: 500,000) を用い、目視判読によって冠水域を抽出した。写真は冠水域の 5 時期について解析した。

(2) 磁気テープ (CCT)

冠水域の詳細及び季節変動 (乾季、雨季) を把握する目的で CCT を用いデジタル画像解析を行った。

(3) 調査項目

調査項目は次のとおりである。

- 1) 1/50万 LANDSAT カラー写真の判読
- 2) 1/50万 冠水域区分図の作成
- 3) 1/25万 冠水域抽出画像 (雨季、乾季) の作成
- 4) 1/25万 季節的な冠水域変化抽出画像の作成

(4) 調査方法と内容

調査方法は図 3.1-3 のフローチャートに示すとおりである。

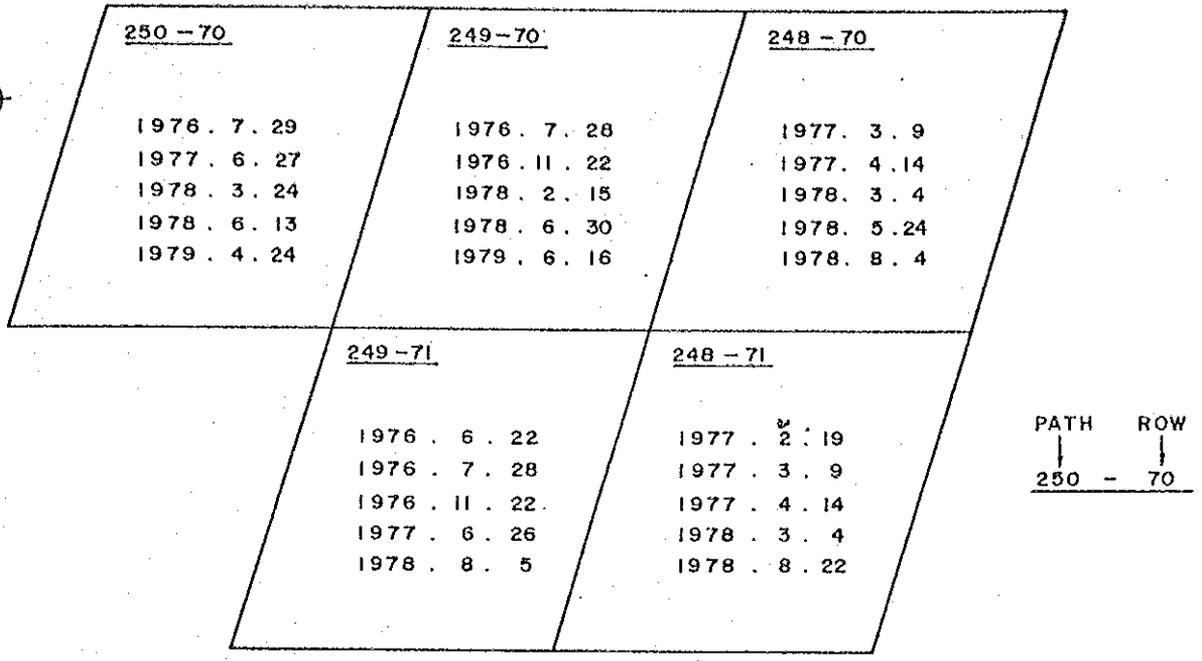


図 3.1-1 LANDSATカバレッジマップと使用データの年月日
(1/50万フォールスカラー写真)

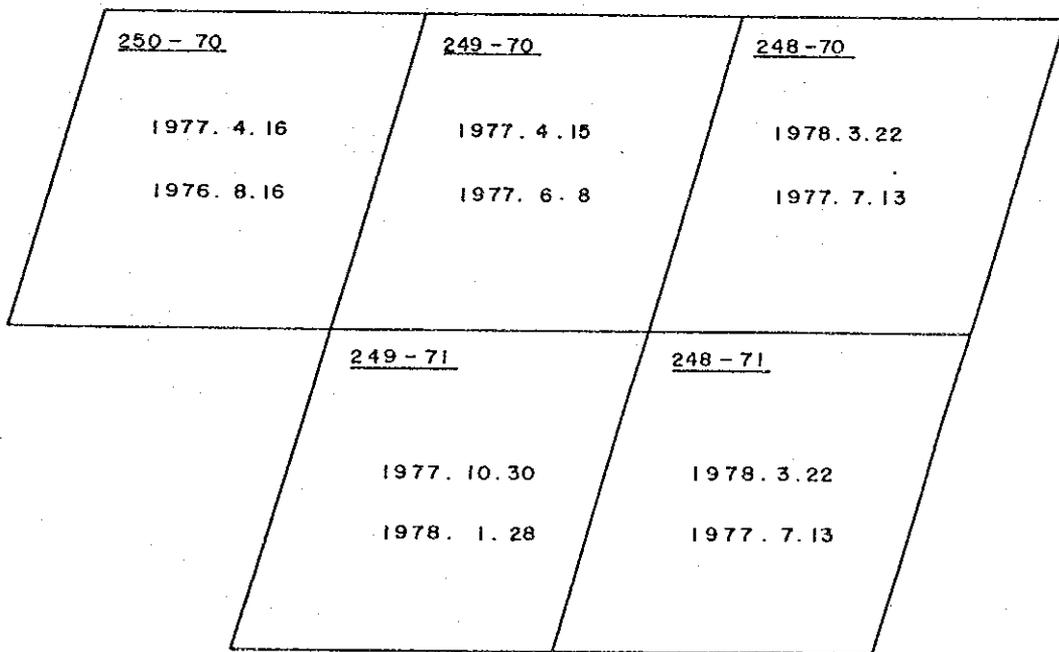


図 3.1-2 LANDSATカバレッジマップと使用データの年月日
(磁気テープ (CCT))

(5) 調査結果

図 3.1-4 は LANDSATのカラー写真判読及びCCT によって抽出された冠水域分布を示す。

冠水域の分布傾向は次のようにまとめられる。

- 1) マモレ川をはさんで、左岸側地域は大規模な冠水域を形成している。
- 2) マモレ川沿いは、微高地が形成され、冠水域は比較的少ない。
- 3) トリニダ～サンイグナシオ間はほとんど冠水域に位置し、サンイグナシオ以西は冠水域が比較的少ない。

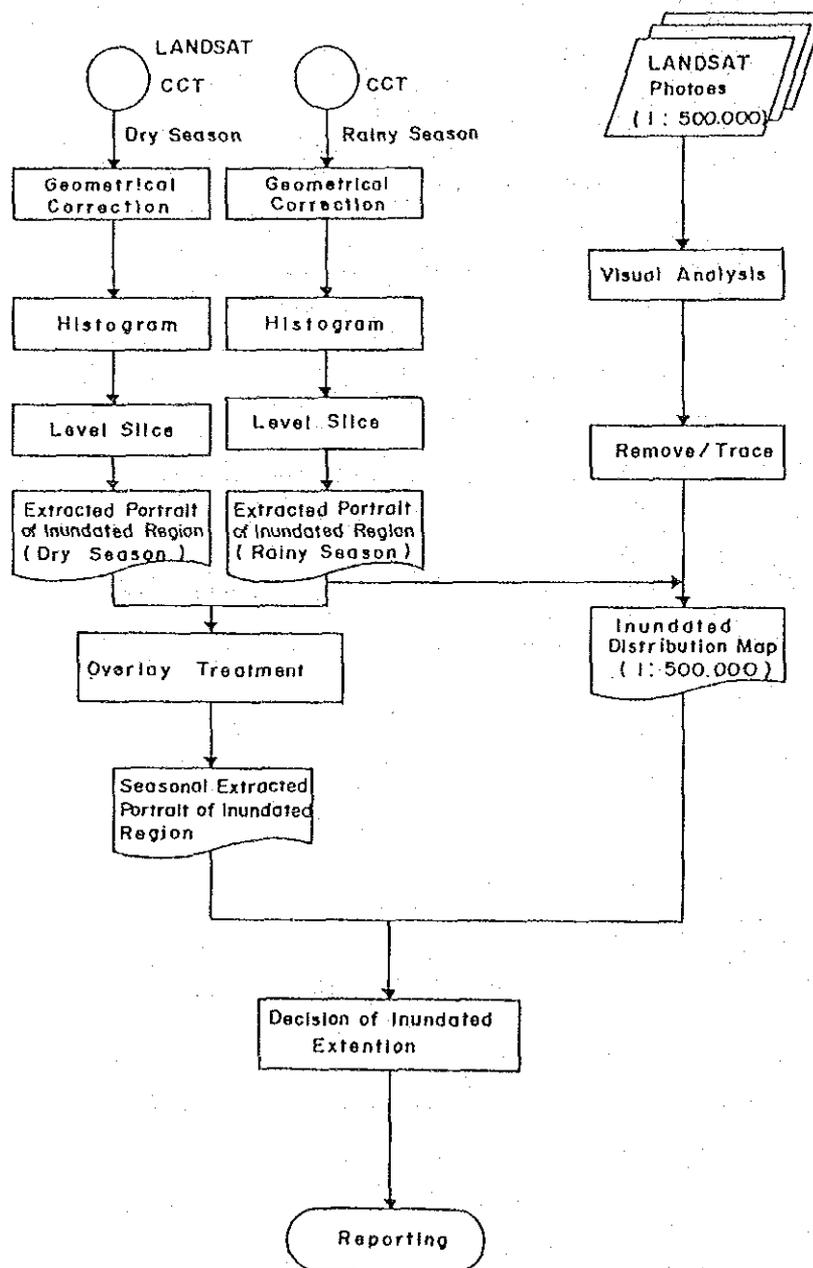


図 3.1-3 調査フローチャート

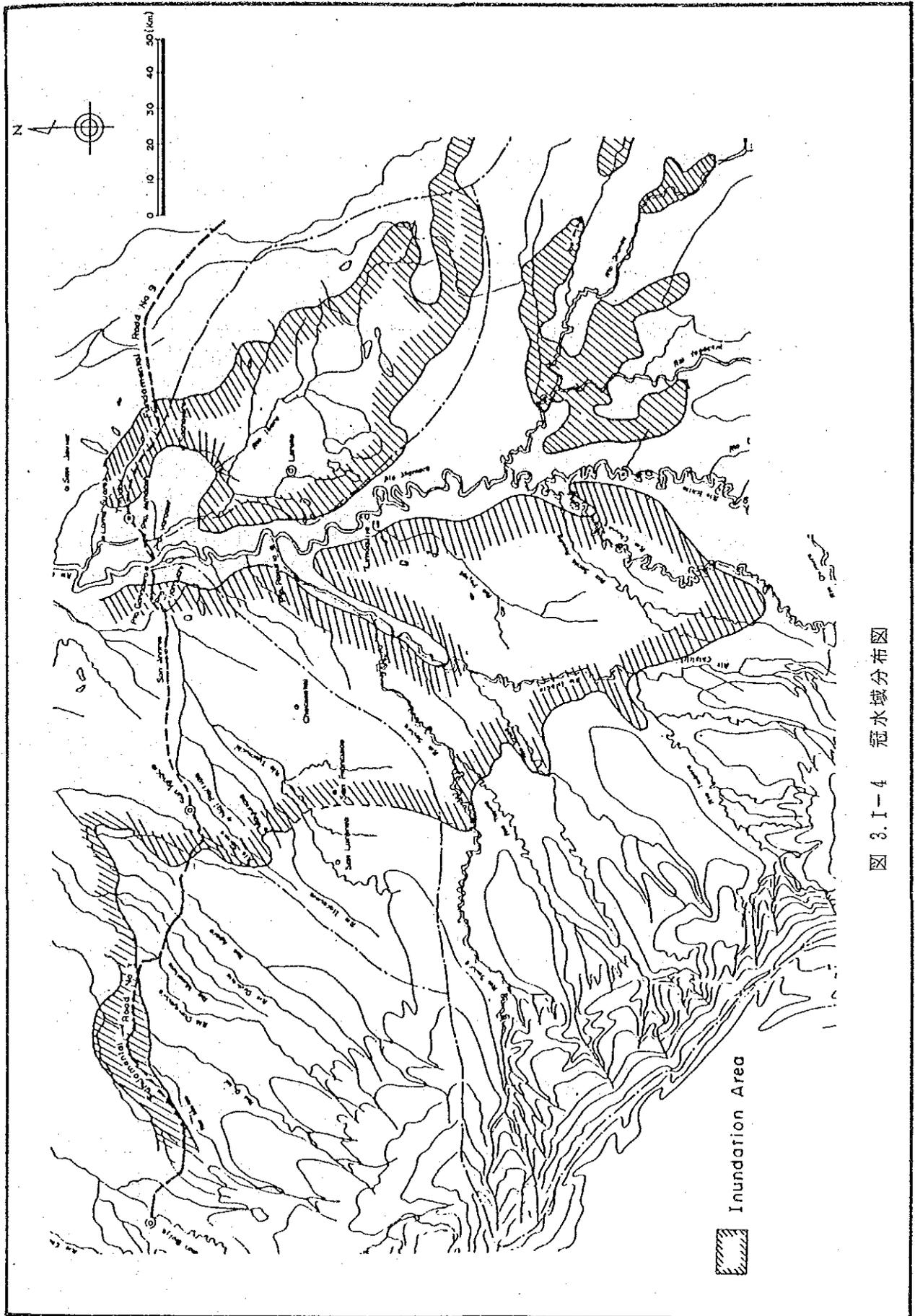


图 3.1-4 冠水域分布图