

第3章 ボリヴィア国の環境行政

3-1 ボリヴィア国の環境管理行政

3-1-1 組織と実施体制

図 3-1-1 に、「持続開発計画省組織図」の現時点における国家レベルでの環境行政組織の実施機関を示す。持続開発計画省（MDSP）傘下の持続開発環境準省（VMDSMA）は、現在環境政策および規則部、多種生物部および特別プログラム部より構成されており、それぞれ 20 名、49 名及び 14 名合計 83 名の省員を抱えている。

VMDSMA は 1993 年 10 月 12 日の第 1493 号法にに基づく規則第 23660 号により設置が正式に制定された。

その主業務は、

- ① 国家環境保全長期計画の策定
- ② 自然資源の保全
- ③ 環境保全

とされている。

VMDSMA の 1997 年度予算は総額 111,554,567Bs(ボリヴィアノ)であるが、業務別詳細予算は明らかになっていない。また、海外からの資金支援プロジェクトの支出の遅れもあり、実際の利用資金は予算額を大幅に下回っている。(表 3-1-1「持続開発計画省 (MDSP) 予算」参照)。

県の行政組織は 1997 年 9 月 16 日の実行官庁組織に関する新法律に基づき再編されている。調査時点の県レベル環境管理組織の担当部門の名称を、図 3-1-2「ポトシ県組織図」に示す。環境管理業務の主たる実施部門である天然資源環境課は、持続開発部に所属しており、課内に環境管理係および地域管理係の 2 つの係があり、それぞれ 1 名ずつの職員を抱えており課長含め 3 名で課が運営されている。

1997 年の天然資源環境課の予算は明確にされていないが、県の総合予算として 3,676,506Bs、持続開発部の予算はその約 3 割のデータがある (表 3-1-2「持続開発部予算 (ポトシ県)」参照)。

3-1-2 国家レベルでの環境行政

日常的な環境行政の実務は、VMDSMA の環境政策及び規制部内の 3 課（政策立案および規則課、環境影響評価課および環境品質管理課）において行われている。

環境法によれば、環境品質管理（CCA）は VMDSMA にて実施される事となっており、実施管理のために、環境影響評価と環境品質管理との 2 つの手段が用いられている（図 3-1-3「環境品質管理スキーム」参照）。

環境影響評価（EIA）は国家にとり環境管理の最も現実的な手段であり、新規事業に対するものである。すなわち、計画が実施に移される前に、それを評価し、予想される環境への悪影響を事前に予防する事を目的とする。CCA は国家にとって環境管理のもう一つの現実的な手段で、現在実施されている事業に対するものである。これは、現在発生している環境破壊を環境法に則って最小化する事を目的としている。

全ての新規事業は、EIA 制度に則り当該環境管理機関により評価されなければならない、同時に現存の事業もまた CCA 制度に則り当該環境管理機関により定期的に評価されなければならない。

またかかる制度に従わない事業主は、次項に述べる通り懲罰の対象となる。

これら 2 つの制度の行政的仕組みとしては図 3-1-4「行政の仕組み」に国家レベル、県レベルおよび業界レベルとして説明されている。

現実的に全ての環境影響宣言と承認（DIA）、環境影響適合宣言（DAA）の許可書発行及び関連申請書の評価業務および認可業務は、当該県で行われる。ただし、複数の県に跨る様な国家レベルの事業については、その評価、認可また許可書の発行を VMDSMA が実施する。特に、鉱業関連および石油ガス関連の事業では、部門の権限の移譲がなされており、当該部門関連事業に関する環境予想書（FA）及び環境状況報告書（MA）に対する独自の評価と意見の具申を行う事が出来る事となっている。当該県はかかる鉱業および石油ガス部門の意見を尊重して DIA および DAA の評価及び認可を行う。ただし、認可された事業の継続的追跡調査は当該県の担当部門が実施する。

3-1-3 県レベル及び市レベルでの環境管理

県および市の環境管理業務は始まったばかりである。現有の陣容と予算は限られたものではあるが、ポトシ県の場合は、地方分権政策にのっとり 1997 年未までに県内 16 郡の内 3 郡に対し、EIA 及 CCA 制度の主要部分の実施に関する説明と権限の委譲を完了している。

県レベルの環境管理に関し、地域の特性に準拠した環境管理の政策は、県が VMDSMA と相談の上決定する事となる。

しかし、ポトシ県の場合は、地域全体の経済活動が停滞しており、理想的な持続開発を続ける事がより困難となっている。特に、過去に国家の繁栄を導きだした町の唯一の産業である鋳業が、鋳産物の国際価格の低迷と、非効率な操業がもたらす収益減のため、ポトシ県としても鋳業部門の環境改善に必要な投資を促す指導が困難となっている。この状況の中で、1998 年初に、ポトシ県で最大の企業の一つであるビール会社が、MA の申請書を、ポトシ県で初めてのケースとして提出した。この審査の手順と評価結果は、県内で事業を進める他の会社、事業にとって、県の環境管理の一例として良い参考となる。ただ、鋳業（鋳山、インヘニオ等）では不完全で今春の期限迄に完了せず、2 年間期限を延期した。

3-1-4 鋳業部門の環境保全に関する管理組織

国家レベルでの鋳業部門の管理は、経済開発省（MED）の下で実施されている。直接的な指導は鋳山冶金準省が行っている。同省には、管理部門として鋳山部門と冶金部門とがある。環境管理に関する課は、鋳山部門長の傘下に所属している（図 3-1-5「鋳業行政に関する組織図」参照）。

鋳業部門の環境行政は VMDSMA と協調して次の業務を実施する。

- ① 鋳山冶金産業の発展との協調を考慮しながら、環境の保全と改善のための推進と政策、規則を実行する。
- ② 環境法の規則に定められている機能と業務を、鋳山冶金事業

に係わる環境保全と保護との関係において実施する。更に、規則準拠と申請書の審査、監視と管理を行う。

- ③ 鉱山冶金事業の環境管理と計画のための調査業務を推進し、同時に環境破壊の要因の削除と予見に寄与する技術の利用を推進する。

表 3-1-1

持續開發計畫省 (MDSP) 預算
(資金源別1997年度預算 Bs)

Fund Source	Value
National Treasury General Account	27,503,205
Transfer from National Treasury	6,990,899
Transfer of Credit	38,142,324
Transfer of Donation	13,760,520
External Credit	6,250,000
Donation	18,907,619
Total	111,554,567

表 3-1-2

持続開発部予算
(ポトシ県)

Fund Source	Value (Bs. & %)				
	Prefecture	Division of Sustainable Development	Rate	Department of Natural Resources and Environment	Rate
	A	B	B/A	C	C/B
Special Resource	1,916,780	546,492	28.51	U.K.	U.K.
Transfer from National Treasury	1,667,346	541,103	32.45	U.K.	U.K.
Others	92,380	0	0	0	0
Total	3,676,506	1,087,595	29.58	U.K.	U.K.

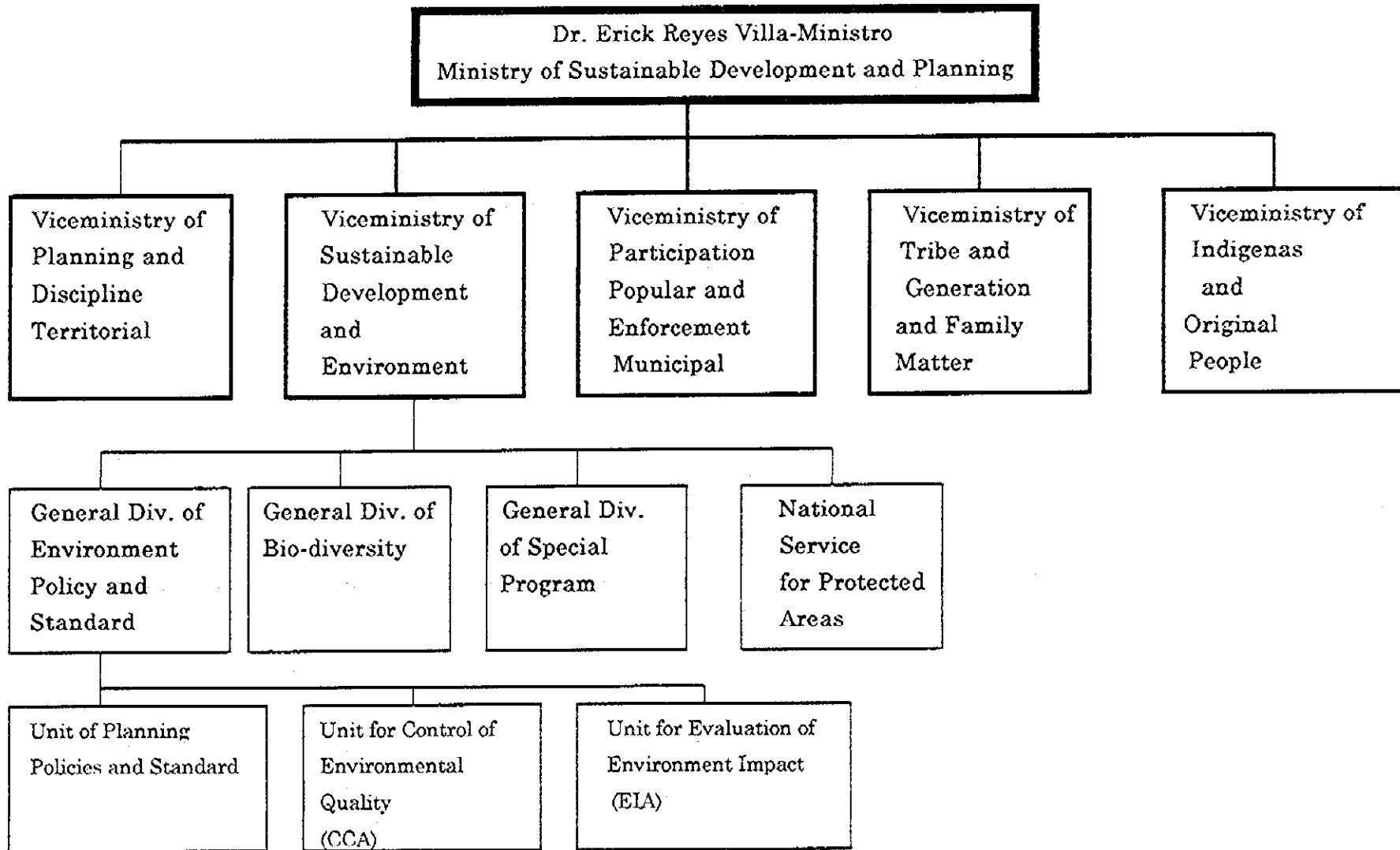


图 3-1-1 持续开发计划省组织图(MDSP)

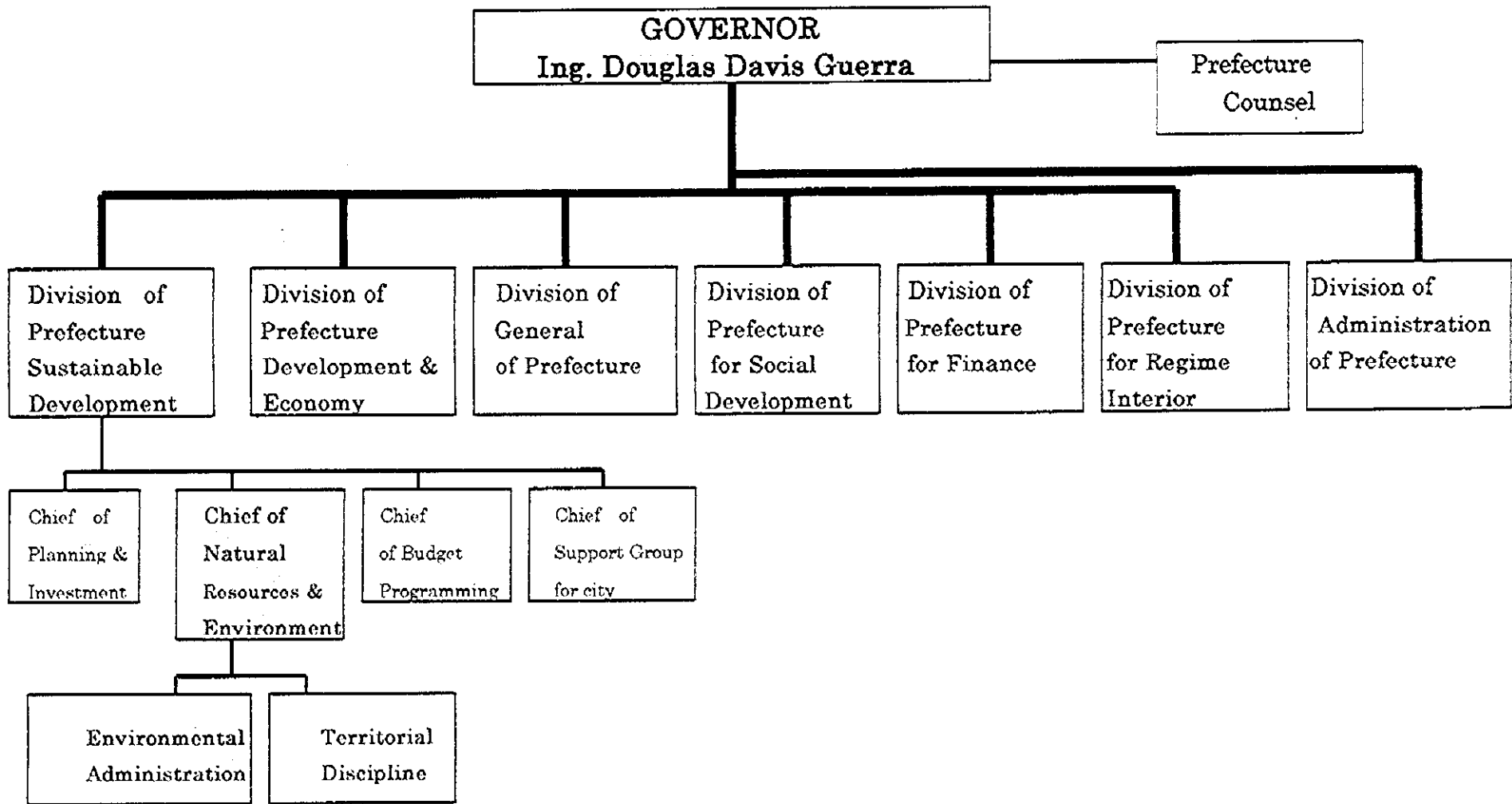
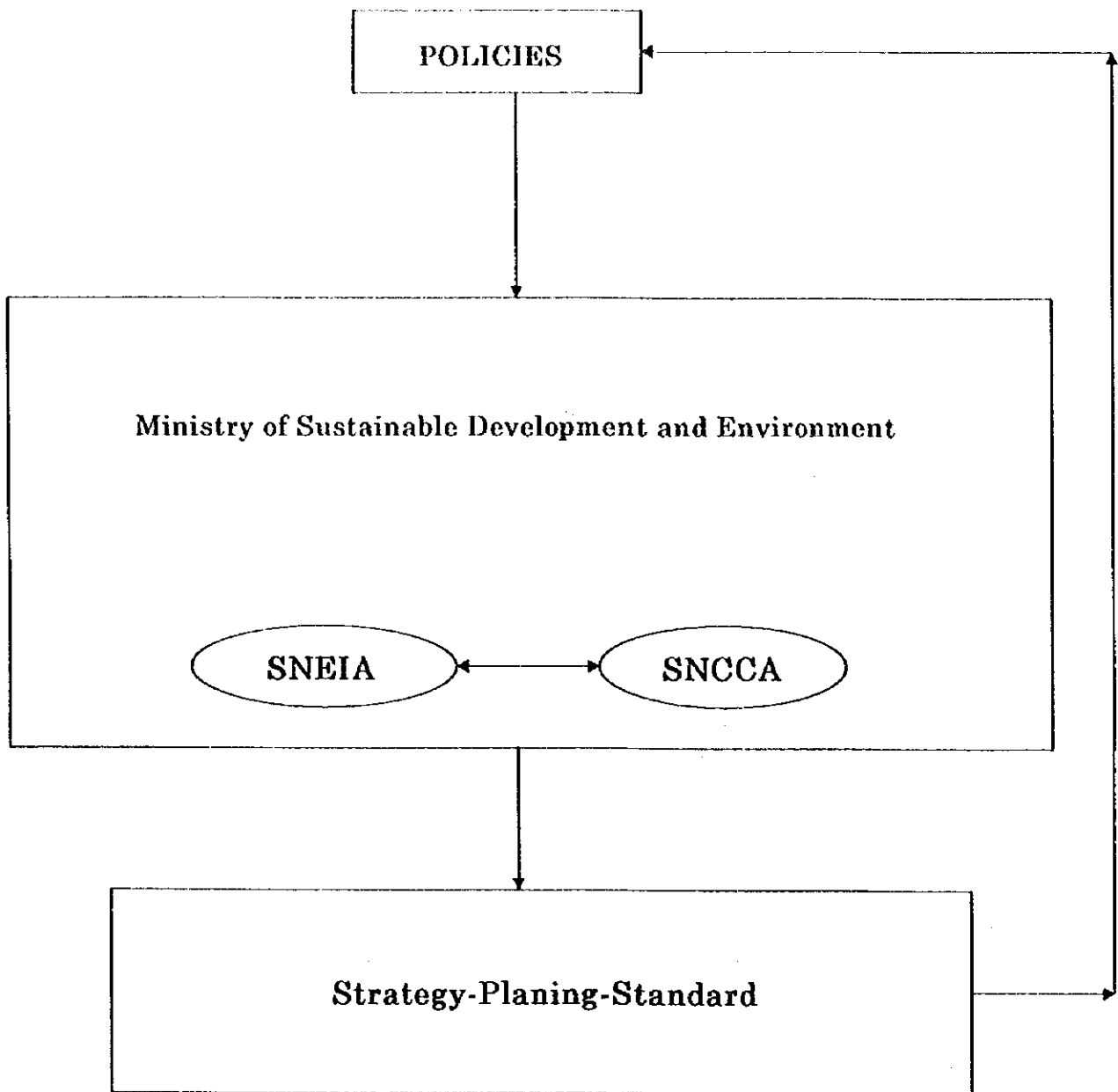


図 3-1-2 ポトシ県庁組織図

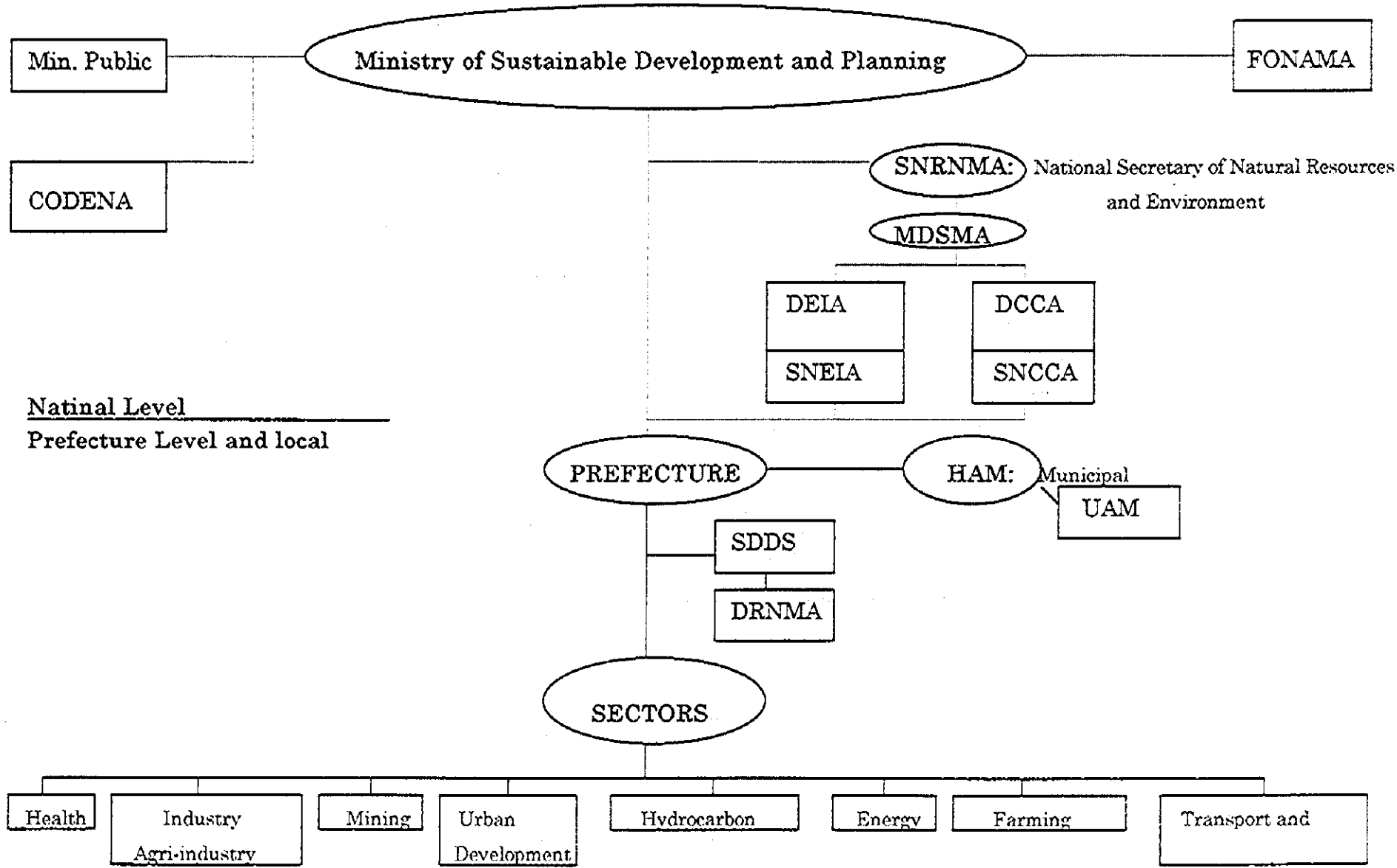


OBS;

SNEIA: National System for Environment Impact Assessment

SNCCA: National System for Environment Quality Control

図 3-1-3 環境品質管理スキーム



Natinal Level

Prefecture Level and local

Communication

図 3-1-4 行政の仕組み

Lic. Ivo Kuljis
Ministry of Development and Economy

Ing. Adan Zamora
Ministry of Mine and Metallurgy

Public companies

VINTO COMIBOL

Director General of Mine

Unit for Environment Control

Director General of Metallurgy

Institutional Services

SERGEOMIN SETMIN

図 3-1-5 鉱業行政に関する組織図

3-2 ボリヴィア国の環境に関する法と規則

3-2-1 環境法

現在有効な環境法は、1992年4月27日に法1333号として成立されている。

この環境法は一般的な内容となっており、特別な活動を目標としたものではない。法の目的は、国家の開発に影響を与えることなく、環境の保護と保全を達成することである。法は、118項目が12章の主題の中で定められており、これは更に34の中項目に分類されている。内容的には環境に関する総合的取り決めとなっており、生活者の健康に関する内容も含んでいる。更に回復可能な自然、回復不可能な自然、環境に関する教育、住民の参加、そして罰則等も定めている。

12章の主題は次の内容となっている。

第1章 総則

第2章 環境管理

第3章 環境概観

第4章 自然資源一般

第5章 生活者と環境

第6章 健康と環境

第7章 環境教育

第8章 科学と技術

第9章 環境対策事業の推進と報奨

第10章 住民参加

第11章 安全手段、行政処分と環境刑罰

第12章 委譲規則

なお、図3-2-1「環境保護に関する法と規則の関係」に、この報告書で述べられる環境に関する法と規則の関係を示している。

3-2-2 環境法に関する規則

環境法には、1995年12月8日に制定された規則番号24176の環境法に関する規則に実施細則が定められている。環境法に関する規則は、6件の規則の集大成であり、内容としては、環境保護手順総則、環境予測と管理、大気汚染物質、水質汚染物質、危険物及び行為そして固形廃棄物管理の規則に分けられている。

それぞれの規則の簡単な内容を下記する。

① 環境保護手順総論：

持続開発のための決定と実施行為に関する概括的取決め

② 環境予測と管理：

EIAとCCAに関する取決め

③ 大気汚染物質：

全ての生活者が健康的で快適な生活を楽しむ事が出来るための大気汚染防止と管理に関する取決め

④ 水質汚濁物質：

水質の汚濁防止と管理に関する取決め

⑤ 危険物及び行為：

持続開発の枠の中での危険物とその行為から来る危険の削減と制限それらに関する管理方法の取決め

⑥ 固形廃棄物管理：

人類と動物に大きな影響を与えると考えられる固形物とその適切なる利用方法に関する取決め

3-2-3 基準

環境法に関する規則で定められた放出物、排出物に関する環境基準と規則を定めている。大気に関する基準（大気質に関する基準、ガスの放出に関する基準）、水質に関する基準（水質に関する基準、排水に関する基準）等が定められている。

なお表 3-2-1「ポリヴィア国と日本国の水質基準に関する比較表」によりポリヴィア国の環境基準と排出基準のレベルを知ることが出来る。

3-2-4 罰則

環境法第 6 章第 3 項及び第 5 項に環境犯罪が定められている。ここでは犯罪の種類と罰則の程度が定められている。更に環境法に関する規則の環境保護手順総則第 4 章第 1 項において違反の取り扱いと行政処分の手順について取決めがなされている。

現在のところ、ポトシ県はおろかポリヴィア国においても、環境法違反で行政処分がなされた実施例はないとの事である。しかしながら新規事業に対する EIA の実施あるいは既存事業の CCA の実施において、法と規則の定めに従わないものは懲罰の対象となる。

環境法に定める詳細な犯罪と懲罰については、表 3-2-2「環境法における犯罪と懲罰」に示す。法と規則への違反および行政処分の対象になる違反は下記内容となっている。

- ① 法に定める DDA または同保留証明書を手に入れる事なく、活動を開始、仕事を開始若しくは事業を開始する事。
- ② FA、EEIA、MA 及び DIA 等の内容を偽って提出する事。
- ③ 定められた期間内で MA を提出しない事。
- ④ 当該環境行政機関の定める行政規則を満たさない事。
- ⑤ EIA に定める手順を踏む事なく、事業、仕事の内容を変更、拡張、修正する事。
- ⑥ 当該環境行政機関に対し事業、仕事及び行為を保留している事実を報告をしない事。
- ⑦ 査察後に定められた期間内で訂正、修正を完了しない事。
- ⑧ 予防と修正の計画及び適合のための計画において承認されている緩和策を実施しない事。

上記行政処分は対象企業、事業若しくは仕事の資産の 1,000 分の 3 の額にの

ほり、最悪の事例の場合は事業の停止処分もある。

3-2-5 報償

環境法第4章第2項において、環境保護に関する行為促進のための報奨について取り決められている。

同時に環境法に関する規則第5章第2項において、環境保護に関する行為促進のための報奨に対する行政上の手続きについて取り決められている。

この報奨は政府、会社、個人、公共機関等が環境保護に関する行為を実施するための支援を行うものと了解されており、法と規則に定められている手段により即ち、利権の供用、直接的資金援助、税法的支援、投資負担金の金利補填等が考えられる。

報奨に値する事業の評価は、当該管理機関において、下記内容を加味しながら事前に定められている指数を使用して考察される。

- ① 環境に対する効果
- ② 経済的効率
- ③ 法的、行政的実施可能性
- ④ 管理能力
- ⑤ 合法性、平等性
- ⑥ 財政的影響
- ⑦ 経済的影響

3-2-6 環境保護に関する鉱業部門の施策

鉱業政策に関しては、ボリヴィア国における鉱業の困難な状況を考慮し、鉱業法と鉱業活動のための環境規則が法的手段として準備されている。

(1) 困難な状況

ボリヴィア国における鉱業の困難な状況とは次のとおり。

- ① 鉱山業が利用している旧式な技術
- ② 鉱山業、冶金業において発生している鉱害に対する不十分な

知識

- ③ 不十分なる制度上の組織と効果的規則の実施に関する不十分なる財政的裏付け
- ④ 鋳業製品に対する劇的な国際相場の下落とそれに伴う、関係の会社及び同会社の従業員の収入に対する大幅な減少

(2) 鋳業の主たる政策

ボリヴィア国鋳業の主たる政策は下記のとおり。

- ① より効率的な操業とより良い生活の獲得を目指して実施する鋳山業、冶金業の操業上の環境の改善
- ② 持続的開発のための他経済政策と鋳業の政策の調整
- ③ 受動的環境劣化物の無公害化（蓄積された汚染物）

3-2-7 鋳業法

1997年3月17日に鋳業法が法律番号1777で制定された。同法には鋳業に関する基本的政策と外資導入に関する政策が記されている。他の鋳業部門の基本的政策と同時に、本鋳業法には、投資家に対し鋳業の環境に関する規則の基本枠を示している。

鋳業法の環境に関する基本的取決めは次のとおり。

- ① 鋳山業に参加する全ての事業者は、持続開発の精神に従う。
- ② 受動的環境劣化物の責任に関し法的欠落を補完する。
- ③ 鋳業法による環境認可書を制定し、これを基本的書類と定める。この書類には環境に関する全ての必要事項と認可を含むものとし、そうする事により政府と事業の推進者はその努力と行政処理を拡散することなく、全ての環境事項を一手に処理出来る事とする。
- ④ 保護地域以外での小規模の鋳山業者等が行う探鋳と開発において、一般的かつ個別の環境保護を推進するための規則を制定

し、環境認可書取得の経費の削減と行政的手続きの簡略化を行う。

3-2-8 鉱業行為に関する環境関連規則

1997年7月31日に鉱業行為に関する環境関連規則が規則番号24782で鉱業法を環境保護の面からの強化を計るために制定された。

本規則は、鉱業法番号1777、環境法番号1333、環境法に関する規則番号24176及びその他の規則との整合性を保ちながら準備されたもので、環境保護行為の推進と実施のための鉱業行為に関する詳細な規則の明確化を狙ったものである。

表 3-2-1

ボリビア国と日本国の水質基準に関する比較表

Item		Bolivia			Japan	
Name	Symbol & Unit	Discharge	Environment "B"	Environment "C"	Discharge	Environment
Temperature	D.C.	(+)/(-)5	(+)/(-)3	(+)/(-)3		-
pH		6.9	6.0/9.0	6.0/9.0	5.8/8.6	6.0/7.5
Dissolved Oxygen		-	70% sat.	60% sat.	-	>5
Number of colonies of E. Coli	MPN/100ml	1,000	<1,000	<5,000	3,000	<5,000
Suspended Solid (max.)	SS	60	50	50	200	<100
Oil		20	nil	0.3	-	(Sea Nd.)
BOD		80	<5	<20	160	<8
COD		250	<10	<40	160	(Sea 5)
Arsenic	As	1.0	0.05	0.05	0.1	0.01
Cadmium	Cd	0.3	0.005	0.005	0.1	0.01
Copper	Cu	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
Hexavalent Chromium	Cr6+	0.1	0.05	0.05	0.5	0.05
Lead	Pb	0.6	0.05	0.05	0.1	0.01
Total Mercury	T-Hg	0.05	0.001	0.001	0.005	0.0005
Selenium	Se	0.5	0.01	0.01	0.1	0.01
Total Cyanogen	CN	1.0	0.1	0.2	1.0	Nd.
Phenol			1.0	5.0	5.0	-
Zinc	Zn	3.0	0.2	5.0	5.0	-
Soluble Manganese		10	1.0	1.0	10	-
Soluble Iron		10	0.3	1.0	10	-
Iron	Fe	1.0	-	-	-	-
Phosphorous	P	-	0.5	1.0	16	(Sea 0.09)
Nitrogen	N	-	12.0	12.0	120	(Sea 1.0)
PCB		-	0.001	0.001	0.003	Nd.
Tri Choro Ethylene	TCE	-	-	-	0.3	0.03

OBS:1. (Sea :) means standard to be applied for sea water., 2. Environment means standard to be applied agriculture usage water : "B" for fresh

vegetable and thin skin fruit, "C" for other agricultural products.

3. Unit :means mg/l , PPM, except otherwise defined specifically

4. Other components :there are some other several components defined in the regulation as controled items both in Bolivia and Japan

表 3-2-2

環境法における犯罪と懲罰

Number of Article	Crimes	Penalties in Prison (Years)	Other Penalties	Related Article No. of Penalty Law
104	To fire the field for the agriculture or livestock breeding.	2 to 4	non	Art. No.206
105	To contaminate and poison the water to be prepared for the public use, industry use, farming use and fish breeding use more than limitation established in the regulation.	1 to 2	non	Art. No.216. item 2) and 7)
106	To destroy, damage, steal or export the assets which belongs to the public or other personnel.	1 to 6	non	Art. No.223
107	To discharge the untreated water, chemicals, bio-chemicals or refuse to any kind of nature exceeding the limit established in the regulation.	1 to 4	100 percent value compensation of damages	non
112	To deposit, commercialize the refuse of industrial liquid, solid or gas putting the human lives and /or environment in dangerous situation.	2	non	non
113	To authorize, cooperate for depositing, introducing or transporting into the national territory the dangerous toxic, radioactive and other foreign origin refuse, and any technologies which introduce the dangerous material.	upto 10	non	non

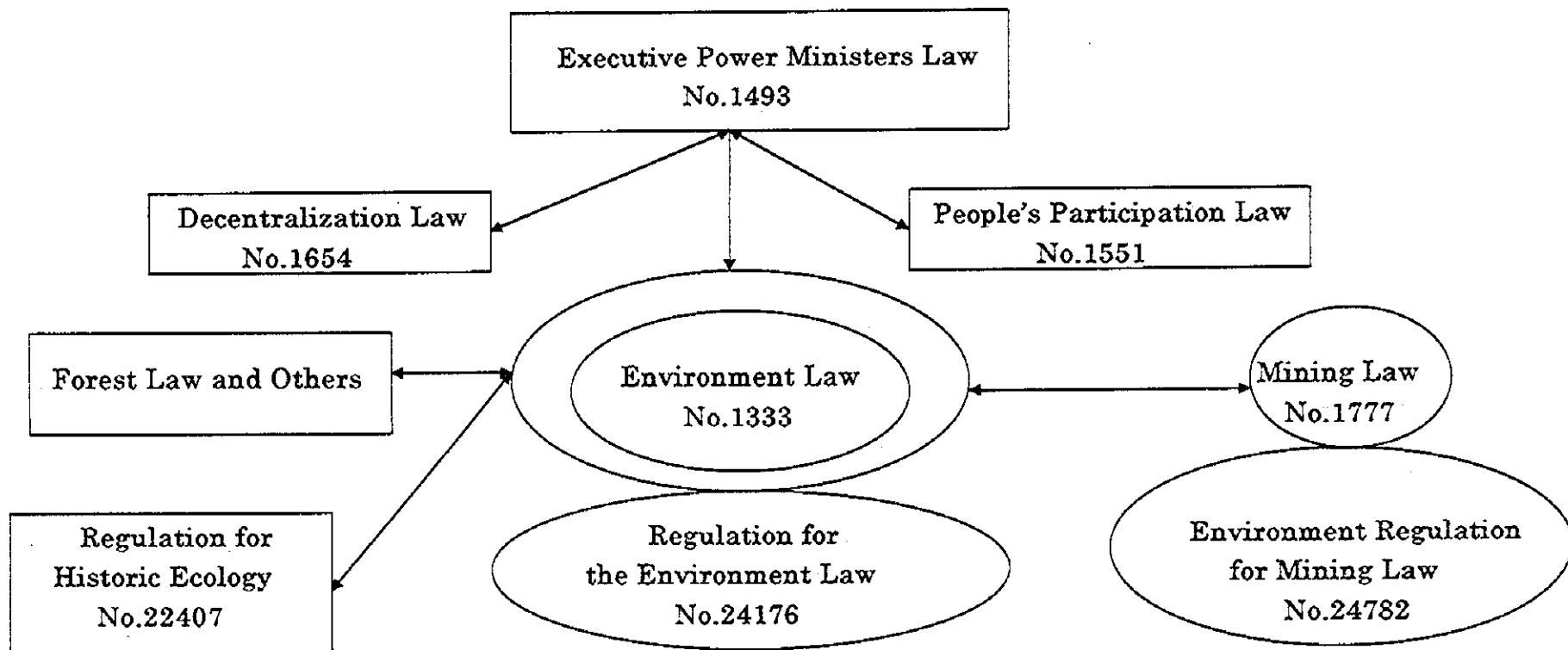


図 3-2-1 環境保護に関する法と規則の関係

第4章 汚染の現状

4-1 水質調査対象範囲

水質調査を実施した範囲は、1-2-1 項で述べたごとく、リベラ川からタラパヤ川流域並びにタラパヤ川がピルコマヨ川に合流し、メンデス橋に至るまでの区域であるが、ポトシ県北部のポトシ市郊外から東へ流れるサマサ川およびその下流のマタカ川流域についても調査を実施した。また、東南部のピチチ、トゥピサ両地区についても簡易調査を実施した。

4-1-1 水質モニタリング計画

上記調査区域を中心に 1 年間に亘り、水質モニタリングを実施した（以下表にモニタリング日程を示す）。サンプリングポイントは 25 箇所、各地点とも下記項目の分析を行った。分析法は底質の灼熱減量が JIS K0102、残りは ASTM である。

- ① 水質 14 項目、pH, SS, As, Sb, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn, CN, COD
- ② 底質 15 項目、Ag, As, Sb, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Sn, Pb, Zn, CN, S, Ig. Loss(灼熱減量)

水質モニタリング日程表

回数	時期	サンプリング内容
1	1998年1月中旬	水質
2	1月下旬	水質、底質
3	2月上旬	水質、SS成分
4	2月中旬	水質、SS成分、底質
5	3月初旬	水質、SS成分
6	3月中旬	水質、SS成分、底質
7	3月下旬	水質、SS成分
8	4月上旬	水質、SS成分
9	4月中旬	水質、SS成分、底質
10	4月下旬	水質、SS成分
11	5月上旬	水質、SS成分、底質
12	5月中旬	水質、SS成分
13	5月下旬	水質、SS成分、底質
14	6月上旬	水質、SS成分
15	7月上旬	水質、SS成分、底質
16	8月上旬	水質、SS成分、底質
17	9月上旬	水質、SS成分、底質
18	10月上旬	水質、SS成分、底質
19	11月上旬	水質、SS成分、底質
20	11月中旬	水質、SS成分、底質
21	12月上旬	水質、SS成分、底質

サンプリングポイント一覧表を表 4-1-1 に示す。なお、サンプリングポイント概略配置は図 1-2-4 の通りである。

計画に従ったサンプル採取は、1998年1月14日から開始し、12月まで実施した。2箇所の水質の連続モニタリングポイントに、作業がし易いように作業台を設置した(ANNEX(2)写真参照)。平行して、C/Pにモニタリング装置の取扱方法についての作業訓練も実施した。データ・モニタリングは、設置工事及び作業訓練が終了した1998年2月中旬から実施できる体制とした。

また、ボトシ県南部の河川の汚染実態を把握するため、ピチチ川、トゥムスラ川、コタガイタ川、トゥピサ川、サン・ファン・デル・オロ川、カンブラヤ川各1点、計6点の候補地点を選び、1998年2月第3週に第1回(雨期)、10月に第2回(乾期)のサンプル採取を実施した。第1回目のサンプル採取の際、同時にボリビア国内ピルコマヨ川の最下流部(パラグアイ国とアルゼンチン国との国境)近くであるピジャ・モンテスでのサンプル採取も実施した。

4-1-2 河川の水文調査

ポトシ山からの流れを含む 3 水系のうち、ワイナマユ川が最大水量である。

調査区域の河川の流量測定のため、タラパヤ川水系関連で 4 地点、ビルコマヨ川で 2 地点の合計 6 地点を選定し、横断測量を実施した。タラパヤ川水系の 4 地点は、リベラ川、アルハマユ川、モリノ川、タラパヤ川のそれぞれで各 1 地点、ビルコマヨ川の 2 地点はヨカージャとメンデス橋の各 1 地点である（図 1-2-4 参照）。

供与器材の電気式流速器を使用して、C/P の河川水量測定訓練を終了し、水量測定を 1998 年 2 月から開始した。ポトシ県水文局の作業協力も求めた。

表 4-1-1 サンプリングポイント一覧表

No.	Code	Name of sampling point	Name of river
1	P1R1	Origin of Rio de La Ribera	Rio de La Ribera
2	P2HU	Rio Huaynamayu in front of camp Pailaviri	Rio de La Ribera
3	P3KO	Rio Korimayu at Puente Espana	Rio de La Ribera
4	P4HU	Rio Huaynamayu before joining Rio de La Ribera	Rio de La Ribera
5	P5RI	Rio de La Ribera before joining Rio Huaynamayu	Rio de La Ribera
6	P6IR	Rio de La Ribera after joining Rio Huaynamayu	Rio de La Ribera
7	P7HR	Lecherias zone branch of Rio Hualampaya	Rio Jesus Valle
8	P8HR	Rio Hualampaya before joining Rio Jesus Valle	Rio Jesus Valle
9	P9JV	Rio Jesus Valle before joining Rio Hualampaya	Rio Jesus Valle
10	P10J	Rio Jesus Valle before joining Rio de La Ribera	Rio Jesus Valle
11	P11R	Rio de La Riveva before joining Rio Jesus Valle	Rio de La Ribera
12	P12A	Rio Aljamayu after joining Rio Ribera and Jesus Valle	Rio Aljamayu
13	P13K	Rio Korimayu before joining Rio de La Ribera	Rio de La Ribera
14	P14D	Rio Agua Dulce before joining Rio Aljamayu	Rio Aljamayu
15	P15A	Rio Aljamayu before joining Rio Huancarani (pt. la Palca)	Rio Aljamayu
16	P16A	Rio Huancarani before joining Rio Aljamayu (pt. Peatonal)	Rio Huancarani
17	P17T	Rio Tarapaya after joining Rio Aljamayu and Huancarani	Rio Tarapaya
18	P18M	Rio Tarapaya at Mondragon village	Rio Tarapaya
19	P19Y	Rio Pilcomayo at Yocalla village	Rio Pilcomayo
20	P20D	Rio Huari Huari downstream of Huari Huari Mine	Rio Mataka
21	P21C	Rio Mayu Tambo at Puente Mayu Tambo	Rio Mataka
22	P22T	Rio Tarapaya at Miraflores downstream of hot springs	Rio Tarapaya
23	P23M	Rio Mataka before joining Rio Pilcomayo	Rio Mataka
24	P24J	Quebrada Jayajmayu (upstream of Rio Agua Dulce)	Rio Aljamayu
25	P25P	Rio Pilcomayo at Puente Mendez bridge	Rio Pilcomayo

4-2 水質汚濁の範囲と程度

4-2-1 調査地域の環境汚染調査

(1) 水質分析データ

河川の水質、底質の分析データ代表例を表 4-2-1 (雨季の代表例)、4-2-2 (乾季始まりの例) に示す。全部で 21 回のサンプリングを実施した。その全データを ANNEX(5) に提示してある。

ポトシ山に水源を持つワイナマユ川 (サンプリングポイント No.2、4)、コリマユ川 (サンプリングポイント No.3、13)、ケブラダ・ハジャホマユ川 (あるいはハジャホマユ溪谷、サンプリングポイント No.24) の水は酸性を示し、重金属類や砒素が溶解している。SS 濃度はあまり高くない。鉱山排水やスーク、尾鉱堆積場浸透水が含まれているためである。ワリ・ワリ鉱山の脇を流れるワリ・ワリ川 (サンプリングポイント No.20) の水も同様に酸性を示し、重金属類や砒素が溶解している。

一方、リベラ川 (サンプリングポイント No.5、6、11) の水は SS 濃度が高く、ほぼ中性からアルカリ性を示す。COD 値も高い。SS 中に重金属類を多く含む。底質として沈殿物も多く、その中の重金属類も多い。インヘニオ排水と選鉱尾鉱のためである。アルハマユ川 (サンプリングポイント No.12、15)、タラバヤ川 (サンプリングポイント No.17、22、18) にも、リベラ川の影響が強く出ている。

サンプリングポイント No.6 は酸性であるワイナマユ川とアルカリ性の強いリベラ川の合流直後のサンプリングポイントであり、両河川の影響をもろに受けているサンプリングポイントである。両河川の水量、水質の変化を受けて、pH 変動が大きい。ここでは、サンプリングポイント No.6 で河水が酸性を示した。年間では、アルカリ性である方が多いが、pH3.5 から 12 程度までの変動幅がある。この両河川合流後、更に幾つかのインヘニオ排水とサンミゲル湧水、コリマユ川を合わせたリベラ川のサンプリングポイント No.11 は、このデータではアルカリ性を示した。アルカリ性の河水中の溶解重金属及び溶解砒素は少ない。

上記以外の河川のサンプリングポイントの水はほぼ安定した中性を示し、溶

解砒素や溶解重金属類、あるいはSS中の重金属も少ない。底質の重金属も比較的少ない。汚染源である鉱山やインヘニオの影響が少ないか、ないためであろう。ただ、都市排水の入るワランパヤ川（サンプリングポイント No.7、8）の水はリベラ川と同様にCODが高い。

これらを全て合わせた川が最終的にピルコマヨ川のメンデス橋に至り、さらに下流に流れていく。メンデス橋では、河水中に溶解砒素や溶解重金属は少ないが、底質中に重金属類が認められた。

(2) 降雨と河川水量

ポトシ県水文局のデータによると、過去40年間（1958～97）のポトシ市の平均雨量は405mm、年間降雨日数は87日である。その概要を表4-2-3に示す。年によって異なるが、10月ないし12月から雨期に入り、3月頃に終わる。乾期にはほとんど雨が降らない。相対湿度は雨期が50～55%、乾期で25～35%である。但し、1997年から98年にかけてはエル・ニーニョ（El niño）現象ため8～9月頃降雨があり、逆に1月半ば頃逆雨が降らなかった。1998年中頃にはエル・ニーニョ現象は終息していた。

調査区域内は山岳地形であり、傾斜地が多く、また林地が少ない。降雨は直ちに蒸発あるいは流出してしまう。ワイナマユ川では降雨中あるいは降雨直後に平常時の100倍近い異常なほどの出水も起きるが、翌日にはもとの流水に戻っている現象が観察された。

2月から測定開始した上記6地点の河川水量測定結果を表4-2-4に示す。いずれも異常な出水時でなく、その時期での平常の水量である。表4-2-4のタラパヤ川水系を図4-2-1、ピルコマヨ水系を図4-2-2に示す。

タラパヤ川水系では5月頃まで水量変化は少なかったが、7月から9月にかけて河川水量が減少した。特にモリノとモンドラゴンで水量低下が著しい。10月に降雨があり、水量が一時増加したが、12月には極端な水量低下が認められた。

一方ピルコマヨ川の水量変化は地点により違いがある。メンデス橋では2月

に測定開始したが直後の3月から水量が減り、5月以降9月までも少しずつ減少している。それに比べてヨカージャでは変化が少ない。

4-2-2 水質汚濁の範囲と程度

(1) タラバヤ川水系及びピルコマヨ川メンデス橋までの水質（汚染の定量的解析）

タラバヤ川水系からピルコマヨ川水系メンデス橋の間の水質汚濁の主因は砒素と重金属を含んだSSである。主な原因はインヘニオから排出される尾鉱と未処理排水であり、次いで坑内排水とスークや堆積場浸透水である。

タラバヤ川水系の最上流に当たるリベラ川にはインヘニオから尾鉱や選鉱排水が流され、またリベラ川の支流のワイナムユ川等には鉱山坑内排水や廃石、スークからの浸透水が流れ込む。これらが河川の水質汚濁を招く。最も影響があるのが尾鉱であり、尾鉱中に含まれる砒素や重金属である。

各河川の水量も水質も刻々と変化している。データ採取の時期を変えると河川水量だけでなく、水中のSS濃度が変わり、河川の運ぶSS輸送量が変化する。河川水量と水質の測定結果から、河川の運ぶSS輸送量を概算した。1月末から5月末までと1998年1年間の水質と水量のデータから表4-2-5を得た。この計算ベースを表4-2-6に示す。そして、タラバヤ川水系のSS輸送量の季節変化を図4-2-3、ピルコマヨ川水系のSS輸送量の季節変化を図4-2-4に示す。SSの変化が大きいため、いずれも半対数グラフで示してある。

図4-2-3に示したように、タラバヤ川水系では、上流部から運ばれるSSの一部が沈降し、下流部ほどSSが低下する傾向が認められる。水質サンプリング時点でタラバヤ川水系の乾期と雨期の水量の差はあまり経験していないので、グラフ上で見る限り雨期乾期を問わず、サンプリングポイント毎のSSの量的変化はあまり激しくない。

データを取った範囲では、1月から5月頃までリベラ川からタラバヤ川迄のサンプリングポイントではサン・アントニオが最高で1,700t/d強、ポトシ市内で1,200t/d弱であった。これがモリノ部落付近で950t/d、モンドラゴ

ン部落付近で 400t/d 弱になる。これだけの SS が運ばれている。1998 年の 1 年間のデータで見ると、サン・アントニオで SS が 1,890t/d、ポトシ市内で 1,110t/d、モリノで 1,010t/d、モンドラゴンで 606t/d 輸送されていた。当初の 5 月間と年間平均のデータの差はあまりない。1 割程度の差であった。

一方、ポトシ市内外の各インヘニオでの鉛処理量は約 1,300t/d(1,000-1,500t/d)で、河川に廃棄される尾鉛量は 1,000~1,300t/d 程度であり、これら尾鉛はインヘニオで使用されている石灰他の薬剤と併せて川に排出されている。なお、石灰は浮遊選鉛工程の pH をアルカリ性に保ち、リサイクル水確保のための尾鉛を沈殿するために使用される。

現実にはタラパヤ川水系ではサン・アントニオの上流部でも認められたが、サン・アントニオから下流で大量の SS の沈降、底質への蓄積が生じている。サン・アントニオとモリノの間で約 750t/d (年平均 880t/d)、モリノとモンドラゴンの間で約 550t/d (年平均 400t/d) の SS の沈降、底質への蓄積が生じていると判断できる。それでもなおタラパヤ川水系からビルコマヨ川へ多量の SS が運ばれている。雨期には間欠的な降雨と出水とでタラパヤ川の各所に蓄積した底質が洗い去られ、ビルコマヨ川へ運ばれるので、タラパヤ川水系の川沿いや川底への底質増加が目立たないものの、乾期には流れに沿っての多量の底質蓄積が目立つ。

一方、図 4-2-4 に示すようにビルコマヨ川では乾期に入り日が経つにつれ、河川の運ぶ SS 量は減少している。流量減少と SS 濃度低下との両方である。ヨカージャでは乾期と雨期とで 100 倍近い SS 濃度の差がある。また、雨期ではサンプリング時点による SS の変化が大きい。増水時には流域土壌の流出と大量の底質分巻上げで、水量だけでなく SS 濃度も高くなる。それまで溜まっていた物が、一気に下流に運ばれていると考えられる。

表 4-2-2 と次章の河川の水質汚濁メカニズムで整理されているタラパヤ川水系に排出されている汚濁物質とから汚濁重金属量を概算すると、砒素が約 300kg/d、カドミウムが 80-100kg/d、鉛が 2t/d、亜鉛が 20-30t/d、そして錫も 2-4t/d になる。ポトシでの鉛業活動で、この程度の汚染が毎日発生してい

る。これらが SS として下流に運ばれ、タラパヤ川水系の水質汚濁・底質汚濁の主因となる。発生源はさまざまであるが、上にも記したように、インヘニオから排出される尾鉱と未処理排水が主であり、鉱山系からの排水、浸透水が従である。

一方、ビルコマヨ水系では、常時タラパヤ川から重金属類を含んだ SS が流入しているが、降雨直後には増水したタラパヤ川から間欠的な大量の重金属混じりの SS 流入を受け、そのままそれを下流に流す形となる。そして、一部は水中の SS 汚染、また一部は流域のどこかに沈降し、底質汚染を招いている。メンデス橋での河川の色、底質の色から判断すると、雨季のビルコマヨ川では運ばれている SS の大部分は増水した上流あるいは支流各河川からもたらされた流出土壌であろう。赤い土の色である。一方、乾季では運ばれている SS の内、タラパヤ川から運ばれてきた SS、つまり選鉱尾鉱のウェイトが増す。灰黒色を示している。メンデス橋での雨季の底質に重金属含有量が少なく、乾季の底質中の重金属量が多いこともこの推測を裏付けている。

なお、ポトシ周辺のビルコマヨ川は山間部を流れ、川へのアクセスが困難である。調査地域では、メンデス橋とポトシからの水質汚染を受けていないヨカージャ以外のサンプリングポイント設定が不可能であった。そのため現時点では、ビルコマヨ川の定量的な水質汚濁の説明には難しさがある。

水質も水量も刻々と変化している。鉱山の採鉱活動もインヘニオの採業も毎日のように変化している。この数値はあくまでも現段階での汚染の発生理山と輸送の概算値であり、大掴みした数値である。

(2) マタカ川流域の水質

ポトシ市域の東北にはサマサ川が流れ、多数の河川と合流してマタカ川となる。マタカ川はメンデス橋のやや下流でビルコマヨ川に合流する。このサマサ川の流域のドン・ディエゴ (Don Diego) 村には、大規模なインヘニオであるカバアジョ・ブランコ (Caballo Blanco) 選鉱場がある。この選鉱場はサマサ川の河川敷にあるが、選鉱尾鉱処理はほぼ完全に実施され、尾鉱貯蔵

ダムに隔離して貯えられる。また、工程水は完全にリサイクルされている。そのため、サマサ川には汚染はないと考えられている。

ドン・ディエゴ村付近でサマサ川と合流する川にワリ・ワリ川がある。ワリ・ワリ川はワリ・ワリ鉱山の脇を流れ、鉱山下で酸性である pH4-6 程度を示す。水中には 100-200ppm の鉄と 100ppm 程度の亜鉛イオンが、底質に数十 ppm の砒素と数十ないし 240ppm の鉛、1,000ppm 以下の亜鉛等が含まれる。この河水は鉄イオンでかすかに赤味がかっている。一方、SS と水量は少ない。ワリ・ワリ川は流れ下るにつれ、酸性を失って行く。そして、ワリ・ワリ川はサマサ川と合流する前に色調と pH は改善され、赤味は消え、中性ないしアルカリ性になる。それとともに重金属も水中からなくなっていく。重金属分は恐らく途中で沈降していると推定している。

サマサ川のやや下流のマユ・タンボ橋付近の分析値は、上記ワリ・ワリ鉱山付近に比べ、底質に砒素、鉛、亜鉛が数分の一程度が検出されるものの、水質からは鉄、鉛、亜鉛、その他の重金属イオンともほとんど検出されず、汚染はほとんどないといえる。ここでの底質中の重金属類は豪雨後の出水でもたらされたワリ・ワリ川の底質に由来するものの可能性が強い。

メンデス橋に近いミリャレス付近のマタカ川は雨期には白濁した濁水が流れるが、乾期には透明で、一見清澄な水が流れている。pH は中性ないし微アルカリ性である。底質の砒素、鉛、亜鉛等も、マユタンボ橋付近と同等以下である。重金属による底質汚染は少ない。

サマサ川、マタカ川の水質は悪くなく環境対策を取った場合のリベラ川、タラバヤ川の将来の姿を示している可能性がある。鉱山とインヘニオがある水域でも、汚染された水を川に入れないようにするかあるいは大きく減らすことができれば、下流域では水質汚濁が無くなることを示している。

マタカ川流域については、サンプリングポイントを 3 点定めて汚染調査を実施したが、流域の広さに比べ調査地点が少ないので、鉱害の汚染状況を正確に把握するためには、将来さらに綿密な調査が必要である。

(3) ポトシ県南部地域河川の水質

図 4-2-5 にポトシ県南部を中心とした河川概念図を示す。

現時点では未だ雨期に一度（2月）、乾期に一度（10月）のサンプリング調査をただけであり、ピチチ川、トゥムスラ川やサン・ファン・デル・オロ川の汚染について、いえるべきものはまだ少ない。また、雨期のサンプリング調査時にピルコマヨ川の下流に位置するピジャ・モンテスでのサンプリングも実施した。分析結果を表 4-2-7、表 4-2-8 に示す。

各種成分が検出されている。それぞれの河川底質はクロムを除く重金属で汚染されている傾向もあるといえる。しかし、ポトシ市から流れるタラバヤ川水系ほどの汚染はない。ここで、ヴィチチ川の上流部であるラ・ラバ（La Laba）でサンプリングした水質試料は僅かであるが酸性を示していた。この地域では酸性の鉱山排水が周辺環境に影響している可能性がある。

なお、表 4-2-7、表 4-2-8 で、Vitichi-1 はピチチ川のラ・ラバ、Vitichi-2 はピチチ川のアリ・バルカ、Cotagaita はコタガイタ川のコタガイタ、Tumusla はトゥムスラ川のトゥムスラ、CB-PV.A はトゥムスラ川（あるいはカンブラヤ川）のピジャ・アベシヤ、SJO Tupiza はサン・ファン・デル・オロ川のトゥピサ郊外、SJO V.A はサン・ファン・デル・オロ川のピジャ・アベシヤ、Pilcomayo はピルコマヨ川のピジャ・モンテスでの採取サンプルである。

ポトシ県南部のヴィチチやトゥピサ地域の鉱害調査を行うには、今回の調査はあくまでも予備調査的なものである。調査件数は少ない。鉱害状況を把握するには、将来更に綿密な計画に従った調査が必要である。

表4-2-1 第一回 (1月中旬) の水質分析結果

Sample	pH	SS mg/L	As μg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	COD mg/L	Comment
No. 1	8.0	11.5	6.64	5.18	<0.002	0.07	<0.0005	0.09	<0.02	0.11	<0.03	0.18	0.005	12.4	
No. 2	2.8	487	2620	6.00	11.0	58.0	0.05	1780	0.12	21.2	0.09	358	0.003	127.8	Rio Huaynamayu
No. 3	2.8	23.5	6.90	0.16	2.10	6.20	0.05	280	<0.08	44.8	0.11	163	0.021	49.5	Rio Korimayu
No. 4	3.0	1,600	1470	10.7	1.50	11.0	0.04	500	<0.08	14.0	0.22	167	0.036	115.5	Rio Huaynamayu
No. 5	9.8	65,200	9.11	23.8	0.02	0.04	<0.0005	0.20	0.01	0.02	0.05	0.10	0.28	70.1	
No. 6	6.3	39,500	14.2	2.33	0.12	0.02	<0.0005	93.0	0.03	7.0	0.04	56	0.08	177.3	
No. 7	7.8	192	1.37	1.16	0.07	<0.003	0.01	0.08	0.03	0.14	<0.03	0.01	0.045	16.5	Rio Huarampaya-Jesus valle
No. 8	8.4	151	1.81	1.92	0.03	<0.003	0.01	0.29	0.05	0.44	<0.03	0.01	0.021	8.3	Rio Huarampaya-Jesus valle
No. 9	8.4	158	0.18	0.15	0.05	0.01	0.01	<0.008	<0.02	0.02	<0.03	<0.002	0.013	4.2	Rio Huarampaya-Jesus valle
No. 10	8.6	4,820	21.8	3.42	0.08	0.04	0.01	0.02	<0.02	0.41	<0.03	0.06	0.031	66.0	Rio Huarampaya-Jesus valle
No. 11	9.0	38,700	9.52	20.0	0.06	0.14	0.02	0.02	0.13	0.17	<0.03	0.05	0.229	53.6	
No. 12	7.2	10,900	5.47	0.58	0.19	0.02	0.02	0.37	0.08	6.25	<0.03	50	0.111	32.3	
No. 13	2.8	182	106.1	0.90	1.00	22.0	0.08	530	0.14	61.25	<0.03	180	<0.001	48.5	Rio Korimayu
No. 14	7.4	111	0.67	0.18	0.06	0.02	0.02	<0.008	0.05	1.66	<0.03	42.0	<0.001	16.2	Rio Agua Dulce
No. 15	5.8	43,000	12.4	2.57	1.7	0.04	0.02	59.0	0.04	20.5	<0.03	208	0.192	36.4	
No. 16	8.2	121	0.74	0.5	<0.002	0.02	<0.0005	<0.008	0.07	0.03	<0.03	38.0	0.006	4.0	Rio Huancarani
No. 17	4.8	16,200	20.3	1.42	1.7	0.06	0.01	192	0.50	22.0	0.12	226	0.121	32.3	
No. 18	7.4	11,000	6.43	1.17	<0.002	0.04	<0.0005	0.11	0.03	0.68	<0.03	36	0.04	28.3	
No. 19	7.7	1,340	0.31	0.08	<0.002	0.03	<0.0005	1.63	0.07	0.03	<0.03	37	0.028	16.2	Rio Pilcomayo(Yocaila)
No. 20	3.8	116	6.02	0.48	0.61	0.02	0.1	280	1.15	10.3	<0.03	148	<0.001	20.6	Rio Huari Huari(Rio Mataka)
No. 21	7.9	5,300	0.65	1.39	0.04	<0.003	0.01	0.26	1.12	0.23	<0.03	0.16	<0.001	12.1	(Rio Mataka)
No. 22	8.1	8,950	0.03	0.28	0.01	<0.003	<0.003	0.2	1.56	0.16	<0.03	0.11	<0.001	12.1	Rio Pilcomayo(Tacobamba)
No. 23	8.5	3,080	2.49	0.41	<0.002	<0.003	<0.009	<0.008	1.82	0.10	0.10	<0.002	<0.001	4.0	(Rio Mataka)
No. 24	8.5	1,230	0.46	0.44	<0.002	<0.003	<0.009	<0.008	2.26	0.11	0.11	<0.002	0.002	4.0	
No. 25	8.0	38,500	0.19	0.20	0.06	<0.003	<0.009	1.02	1.43	0.22	<0.03	0.10	<0.001	4.0	Rio Pilcomayo(Pte. Mendez)

Note: No. 22, Rio Pilcomayo after joining Rio Tacobamba
 No. 24, Rio Tacobamba in front of Tacobamba village

表4-2-2 第9回 (4月中旬) 水質、水中のSS・底質の分析結果 1/3

Analytical Results from Laboratory (9th. round. 14/Apr.)

1. Quality of Water

Sample	pH	SS mg/L	As mg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	COD mg/L	coment
No. 1	9.0	250	0.012	0.17	0.02	0.02	0.05	0.33	<0.10	0.19	<0.03	0.16	0.001	4	
No. 2	2.6	1,230	0.076	0.81	9.3	101	0.07	1,600	0.37	28.0	0.17	810	0.001	54	
No. 3	2.8	290	0.007	0.48	2.3	6.40	0.02	220	0.51	39.0	0.04	106	0.001	13	
No. 4	2.8	820	0.001	1.16	2.7	25.0	0.04	568	0.39	18.2	3.39	408	0.066	142	
No. 5	11.6	58,800	0.088	1.13	0.002	0.43	<0.005	0.08	0.23	0.01	0.10	0.38	0.015	83	
No. 6	5.0	34,200	0.019	0.85	1.2	0.05	<0.005	11.8	1.07	8.90	0.23	159	0.001	85	
No. 7	8.1	480	0.003	0.29	0.02	0.03	<0.005	0.32	<0.10	0.14	<0.03	0.22	0.004	75	
No. 8	8.3	770	0.002	0.36	0.03	0.12	<0.005	0.52	<0.10	0.35	0.03	0.28	0.001	71	
No. 9	8.4	330	0	0.14	0.04	0.003	<0.005	0.06	<0.10	0.10	0.03	0.19	<0.001	8	
No.10	8.4	820	0.017	0.28	0.05	0.03	<0.005	0.20	<0.10	0.18	0.03	0.28	0.001	50	
No.11	8.4	52,600	0.022	0.76	0.05	0.16	<0.005	0.02	0.13	0.03	0.03	0.16	0.084	50	
No.12	8.7	49,600	0.02	0.6	0.05	0.15	<0.005	0.06	<0.10	0.33	0.03	0.21	0.001	46	
No.13	2.7	135	0.059	0.61	0.71	20.0	<0.005	104	<0.10	44.0	0.03	111	0.015	25	
No.14	7.9	360	0	0.10	0.05	0.02	0.005	0.01	<0.10	0.64	0.03	22.0	0.001	4	
No.15	8.1	48,000	0.01	0.35	0.10	0.02	0.005	5.12	0.55	5.70	0.03	36.0	0.029	17	
No.16	8.0	410	0	<0.10	0.01	0.02	0.03	0.12	0.20	0.03	0.03	0.18	0.001	4	
No.17	7.6	9,900	0.011	0.31	0.04	0.02	0.05	0.18	<0.10	1.74	0.03	5.70	0.10	8	
No.18	8.0	4,960	0.01	0.29	0.04	0.03	0.07	0.13	0.14	1.72	0.03	2.80	<0.001	4	
No.19	8.1	1,660	0.008	0.29	0.01	0.05	0.03	0.16	<0.10	0.04	0.03	0.17	0.001	4	
No.20	5.2	400	0.003	0.62	0.17	0.05	<0.005	68.3	0.12	3.20	0.03	58.0	0.002	2	
No.21	8.1	390	0.002	0.70	0.002	0.01	<0.005	<0.01	<0.10	0.02	0.03	0.40	0.002	4	
No.22	7.8	6,470	0.012	0.57	0.06	0.04	0.03	0.10	<0.10	1.70	0.03	3.20	0.005	2	
No.23	8.5	830	0	0.63	0.002	0.07	<0.005	5.55	<0.10	0.14	0.03	16.2	0.001	8	
No.24	4.6	300	0.003	0.47	0.08	0.33	0.02	0.17	0.10	17.3	0.03	170	0.001	75	
No.25	8.5	1,750	0	0.57	0.002	0.02	<0.005	0.45	0.15	0.02	0.03	0.19	0.001	4	

表4-2-2 第9回（4月中旬）水質、水中のSS・底質の分析結果 2/3

2. Analysis of SS

Sample	(SS) (mg/L)	Ag ppm	As ppm	Sb ppb	Cd ppm	Cu ppm	Cr ppm	Fe ppm	Hg ppb	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm	CN ppm	Sn ppm	S ppm
No. 4	820	174	227	411	59.0	630	1.95	79,200	819	23.0	2,720	11,100	0.00	4,750	55,000
No. 5	58,800	173	218	578	140	620	2.44	62,500	833	131	4,620	17,200	1.50	3,800	59,700
No. 6	34,200	128	228	537	86.0	849	185.0	77,600	815	53.9	3,730	14,500	3.50	4,750	69,200
No.11	52,600	77.0	221	286	46.0	640	280	67,000	589	391	2,280	11,900	0.00	3,330	55,300
No.12	49,600	91.0	140	535	50.0	610	2.47	85,800	526	410	2,850	12,600	0.50	3,330	75,400
No.15	48,000	96.0	241	851	69.0	410	1.49	91,900	688	480	6,510	16,900	0.00	2,850	77,600
No.17	9,900														

3. Calculated elements content in SS

Sample	(SS)	Ag mg/L	As mg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	Sn mg/L	S mg/L
No. 4	0.00082	0.14	0.19	0.34	0.05	0.52	0.002	65	0.7	0.02	2.23	9.102	0.00	0.03	45
No. 5	0.0588	10.17	12.82	33.99	8.23	36.46	0.143	3,675	49.0	7.70	271.66	1011.36	0.09	2.12	3,510
No. 6	0.0342	4.38	7.80	18.37	2.94	29.04	6.327	2,654	27.9	1.84	127.57	495.9	0.12	1.23	2,367
No.11	0.0526	4.05	11.62	15.04	2.42	33.66	14.728	3,524	31.0	20.57	119.93	625.94	0.00	1.89	2,909
No.12	0.0496	4.51	6.94	26.54	2.48	30.26	0.123	4,256	26.1	20.34	141.36	624.96	0.02	1.79	3,740
No.15	0.048	4.61	11.57	40.85	3.31	19.68	0.072	4,411	33.0	23.04	312.48	811.2	0.00	1.73	3,725
No.17	0.0099													0.36	

表4-2-2 第9回（4月中旬）水質、水中のSS - 底質の分析結果 3/3

4. Quality of Sediment

Sample	Ag ppm	As ppm	Sb ppb	Cd ppm	Cu ppm	Cr ppm	Fe ppm	Hg ppb	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm	CN ppm	Sn ppm	S ppm	Ig.Loss %
No. 2	23	45	98	5	82	2	48,100	296	349	732	1,600	0	1,700	5,900	3.0
No. 3	47	84	302	2	62	4	86,500	507	128	1,340	400	0	3,800	3,900	3.2
No. 4	138	244	522	99	403	2	190,000	822	44	1,330	19,400	0	5,230	68,800	13.0
No. 5	118	271	738	67	305	3	155,000	745	142	2,280	19,100	0	3,330	159,000	11.2
No. 6	134	258	513	81	360	2	168,000	435	106	1,840	19,800	0	4,280	177,000	12.1
No. 7	10	19	47	1	38	6	24,900	4,900	240	100	530	0	950	1,100	1.4
No. 8	4	225	1,240	0	41	4	62,600	16,800	238	29	370	0	1,430	1,300	1.2
No. 9															
No.10	159	19	40	78	313	5	213,000	697	39	3,450	20,200	0	7,120	230,000	15.5
No.11	126	263	1,110	77	497	2	238,000	900	431	3,580	20,000	0	5,220	280,000	16.1
No.12	164	1,027	1,051	30	446	3	252,000	691	900	3,650	21,000	1	4,280	268,000	17.6
No.13	40	161	289	2	106	3	108,000	791	54	1,050	1,100	0	4,280	210,000	5.0
No.14	3	18	25	0	31	5	18,800	138	277	0	57	1	1,430	900	2.4
No.15	60	228	361	36	280	2	23,800	485	454	1,410	10,200	1	2,850	75,600	6.3
No.16	3	16	17	5	27	6	87,500	69	376	0	89	0	1,420	600	2.5
No.17	60	239	341	34	295	2	104,000	470	439	1,490	10,700	0	3,600	56,100	7.7
No.18	45	203	288	34	189	1	66,500	472	430	1,523	9,300	0	2,850	90,500	5.5
No.19															
No.20	3	27	10	5	44	9	33,600	527	309	58	1,040	1	1,900	2,100	1.8
No.21	1	3	27	3	26	2	24,900	25	291	14	999	1	1,900	50,800	1.2
No.22	35	190	300	32	246	1	62,100	620	393	1,400	9,100	0	2,380	1,000	5.7
No.23	1	3	22	12	23	7	46,700	140	407	14	113	1	950	900	2.1
No.24	19	29	69	2	57	3	43,200	153	610	410	9,010	0	1,430	1,500	2.3
No.25	1	6	20	1	20	4	23,200	118	310	1	118	1	1,420	1,000	1.0

表 4-2-3 ポトシ市の雨量

Months	Precipitation (mm)	Raining days
January	92.1	18
February	69.5	18
March	64.3	13
April	18.0	5
May	2.5	1
June	1.4	0
July	0.4	0
August	4.5	1
September	13.0	3
October	23.1	5
November	42.1	9
December	72.4	15
Total	404.9	87
Max. (Year)	656.7 (1984)	128 (1984)
Min. (Year)	182.6 (1983)	64 (1969, 1983)

表4-2-4 リベラ川からタラパヤ川、ピルコマヨ川の水量測定

(m³/s)

River	Point	Sampling point number	Feb	Apr	May	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Rivera	Potosi	No. 6	0.032*	0.236	0.115	0.012	0.015	0.073	0.225	0.033	0.032
Aljamayu	S.Antonio	No.12	0.472	0.313	0.441	0.231	0.432	0.108	0.898	0.338	0.078
Tarapaya	Molino	No.17	1.05	0.745	0.950	0.839	0.555	0.326	2.35	0.927	0.149
	Mondragon	No.18	0.951	0.737	0.948	0.903	0.741	0.451	2.18	1.18	0.162
Pilcomayo	Yocalla	No.19	5.16	4.14	4.51	5.16	3.82	3.28	5.38	4.84	2.82
	P.Mendez**	No.25	22.2	12.1	14.9	12.8	9.64	8.95	15.2	19.5	5.30

Note; * 測定器の回転翼が完全に水中に沈まず、データに違い。0.236を使用。

** 1998年3月の測定値13.0m³/s

表4-2-5 河川のSS輸送量

SS load of Rivers (t/d)

River	Place (sampling point)	end/Jan. - May	Jan. - Dec.
La Ribera	Potosi (Cobija) (No.6)	1,170	1,112
Alja mayu	San Antonio (No.12)	1,705	1,890
Tarapaya	Molino (No.17)	951	1,009
	Mondragon (No.18)	392	606
Pilcomayo	Yocalla (No.19)	1,008	659
	Puente Mendez (No.25)	13,200	13,400
analysis data of SS conc. (mg/L)		11	21
measurement of flow (L/s)		3-4	9-10

表4-2-6 河川における流量及びSSに係る汚濁負荷量 (1/2)

Calculation Sheet for SS Load of Rivers

River	Place	S.P.No.	Mass Flow rate (m ³ /s)		
			Feb-'98	March	Apr
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	**0.236		0.236
Alja mayu	San Antonio	12	0.472		0.313
Tarapaya	Molino	17	1.05		0.745
	Mondragon	18	0.951		0.737
Pilcomayo	Yocalla	19	5.16		4.14
	Puente Mendez	25	22.2	13.0	12.1

SS concentration (mg/L)		S.P.No.										
date			mid/Jan	end/Jan	beg/Feb	mid/Feb	beg/Mar	mid/Mar	end/Mar	beg/Apr	mid/Apr	end/Apr
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	84,400	62,400	24,480	43,600	72,300	97,300	31,200	84,400	34,200	84,600
Alja mayu	San Antonio	12	10,942	32,800	17,290	14,400	10,900	78,400	49,600	28,300	49,600	81,900
Tarapaya	Molino	17	16,172	44,690	3,555	1,540	8,990	3,160	9,800	6,200	9,900	10,100
	Mondragon	18	11,020	16,230	2,702	1,750	2,180	2,230	4,860	2,270	4,960	5,650
Pilcomayo	Yocalla	19	1,135	23,060	389	300	830	375	400	470	400	570
	Puente Mendez	25	43,004	57,910	975	14,000	3,160	3,140	1,750	1,570	1,750	850

Pollution of SS (t/d)		S.P.No.										
date			mid/Jan	end/Jan	beg/Feb	mid/Feb	beg/Mar	mid/Mar	end/Mar	beg/Apr	mid/Apr	end/Apr
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	1720.9498	1272.361	499.15699	889.02144	1474.2259	1983.9859	636.18048	1720.9498	697.35168	1725.0278
Alja mayu	San Antonio	12	446.22351	1337.6102	705.10003	587.24352	444.51072	3197.2147	2022.7277	765.32256	1341.3427	2214.8381
Tarapaya	Molino	17	1467.1238	4054.2768	322.5096	139.7088	815.5728	286.6752	889.056	399.0816	637.2432	650.1168
	Mondragon	18	905.47373	1333.5607	222.01361	143.7912	179.12275	183.23107	399.3287	144.54634	315.83693	359.77392
Pilcomayo	Yocalla	19	506.01024	10280.701	173.42554	133.7472	370.03392	167.184	178.3296	168.11712	143.0784	203.88672
	Puente Mendez	25	82485.112	111076.01	1870.128	26853.12	6061.1328	3526.848	1965.6	1641.3408	1829.52	888.624

表4-2-6 河川における流量及びSSに係る汚濁負荷量 (2/2)

Calculation Sheet for SS Load of Rivers

River	Place	S.P.No.	Mass Flow rate (m ³ /s)							
			May	July	August	September	October	November	December	
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	0.115	0.112	0.115	0.073	0.255	0.033	0.032	
Alja mayu	San Antonio	12	0.441	0.231	0.432	0.108	1.232	0.338	0.078	
Tarapaya	Molino	17	0.95	0.839	0.555	0.326	2.35	0.927	0.149	
	Mondragon	18	0.948	0.903	0.741	0.451	2.18	1.175	0.162	
Pilcomayo	Yocalla	19	4.51	5.16	3.82	3.28	5.38	4.84	2.82	
	Puente Mendez	25	14.9	12.8	9.64	8.95	15.2	19.5	5.315	

SS concentration (mg/L)		S.P.No.											
date			beg/May	mid/May	end/May	beg/June	July	Aug.	Sept.	Oct.	beg/Nov	mid/Nov	Dec.
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	57,000	209,000	51,700	285,000	177,000	26,400	170,000	48,400	112,000	48,200	59,500
Alja mayu	San Antonio	12	70,000	20,100	116,000	55,700	47,700	65,500	64,600	88,400	37,500	54,700	83,400
Tarapaya	Molino	17	18,000	13,000	8,270	14,400	6,190	11,500	12,800	17,100	22,300	5,850	3,030
	Mondragon	18	6,500	5,300	5,640	6,830	7,230	9,220	8,010	17,100	12,800	5,280	2,180
Pilcomayo	Yocalla	19	460	17	240	290	210	119	123	114	197	630	2,280
	Puente Mendez	25	970	400	660	3,740	720	751	653	824	321	17,300	8,570

Pollution of SS (t/d)		S.P.No.											
date			beg/May	mid/May	end/May	beg/June	July	Aug.	Sept.	Oct.	beg/Nov	mid/Nov	Dec.
La Ribera	Potosi(Cobija)	6	566.352	2076.624	513.6912	2831.76	1712.7936	262.3104	1072.224	1066.3488	319.3344	137.42784	164.5056
Alja mayu	San Antonio	12	2667.168	765.85824	4419.8784	2122.3037	952.01568	2444.7744	602.79552	9409.7203	1095.12	1597.415	562.04928
Tarapaya	Molino	17	1477.44	1067.04	678.8016	1181.952	448.71062	551.448	360.52992	3471.984	1786.0694	468.54288	39.007008
	Mondragon	18	532.3968	434.10816	461.95661	559.42618	564.07882	590.28653	312.12086	3220.8192	1299.456	536.0256	30.513024
Pilcomayo	Yocalla	19	179.24544	6.624288	93.51936	113.00256	93.62304	39.275712	34.857216	52.990848	82.380672	263.45088	555.51744
	Puente Mendez	25	1248.7392	514.944	849.6576	4814.7264	796.2624	625.5049	504.95184	1082.1427	540.8208	29147.04	3935.4811

表4-2-7 ポトシ県南部地域の水質及び底質測定結果-1/2

Analysis data of Southern part of Potosi (Rainy season-February)

1. Quality of Water

Sample	pH	SS mg/L	As μg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	COD mg/L	coment
R. Vitichi-1	6.44	89.4		<0.10	0.04	0.16	<0.005	5.80	0.61	2.03	0.33	6.70	0.009	6.74	PVI-1
R. Vitichi-2	8.03	6840		0.02	0.01	0.02	<0.005	3.01	3.69	0.89	0.24	0.03	<0.001	13.48	PVI-2
R. Cotagaita	7.71	1760		0.25	0.03	0.08	<0.005	12.4	5.16	3.14	0.21	0.30	<0.001	0.50	CTG
R. Tumusla	7.56	11700		0.09	0.06	0.24	<0.005	17.0	6.76	5.23	0.36	4.1	<0.001	13.48	PTU
R. CB-P V.A	8.16	4150		<0.10	0.02	0.01	<0.005	0.14	4.92	0.19	0.22	0.03	<0.001	11.24	CBY
R. SJO Tupiza	7.98	8340		0.25	0.02	0.10	<0.005	11.0	6.88	5.70	0.29	0.21	<0.001	13.48	TPZ
R. SJO V.A	8.18	6940		0.14	0.01	0.02	<0.005	<0.008	2.21	0.26	0.21	0.01	<0.001	8.99	SJO
R. Pilcomayo	7.91	504		<0.10	0.03	0.20	<0.005	57.0	3.19	9.82	0.48	1.13	<0.001	4.49	VMT

2. Analysis of SS

	(SS) (mg/L)	Ag ppm	As ppm	Sb ppb	Cd ppm	Cu ppm	Cr ppm	Fe ppm	Hg ppb	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm	CN ppm	Sn ppm	S ppm	Ig.Loss %
R. Vitichi-1	89.4															
R. Vitichi-2	6840															
R. Cotagaita	1760															
R. Tumusla	11700	3.00		46.64	9.00	53.0	11.76	47300	497	560	125	304.9	0	2000	2200	6.62
R. CB-P V.A	4150	5.00		35.72	11.0	71.0	26.36	44800	280	836	100	159.9	0	1800	11250	9.65
R. SJO Tupiza	8340	5.99		49.23	7.00	57.0	34.11	43900	467	674	85.0	107.9	0.50	1900	900	10.38
R. SJO V.A	6940	4.99		49.96	9.00	56.0	29.76	43400	557	768	76	138.9	0	1500	5300	9.71
R. Pilcomayo	504	8.00		41.73	8.00	45.0	11.3	43400	386	524	85	131	0	2000	3000	5.75

3. Calculated elements content in SS

	(SS) -	Ag mg/L	As mg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	Sn mg/L	S mg/L	Ig.Loss %
R. Vitichi-1	9E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R. Vitichi-2	0.0068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R. Cotagaita	0.0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R. Tumusla	0.0117	0.035	0	0.5457	0.105	0.62	0.1376	553.41	5.8149	6.552	1.463	3.5673	0	23.4	25.74	0.077454
R. CB-P V.A	0.0042	0.021	0	0.1482	0.046	0.295	0.1094	185.92	1.162	3.469	0.415	0.6636	0	7.47	46.688	0.0400475
R. SJO Tupiza	0.0083	0.05	0	0.4106	0.058	0.475	0.2845	366.13	3.8948	5.621	0.709	0.8999	0.0042	15.85	7.506	0.0865692
R. SJO V.A	0.0069	0.035	0	0.3467	0.062	0.389	0.2065	301.2	3.8656	5.33	0.527	0.964	0	10.41	36.782	0.0673874
R. Pilcomayo	0.0005	0.004	0	0.021	0.004	0.023	0.0057	21.874	0.1945	0.264	0.043	0.066	0	1.008	1.512	0.002898

表4-2-7 ポトシ県南部地域の水質及び底質測定結果-2/2

4. Calculated elements content in water

	(SS) mg/L	(Ag) (mg/L)	As μg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	(Sn) (mg/L)	(S) mg/L	(lg.Loss) %
R. Vitichi-1	89.4	0	0	0	0.04	0.16	0	5.8	0.61	2.03	0.33	6.7	0.009	0	0	0
R. Vitichi-2	6840	0	0	0.02	0.01	0.02	0	3.01	3.69	0.89	0.24	0.03	0	0	0	0
R. Cotagaita	1760	0	0	0.25	0.03	0.08	0	12.4	5.16	3.14	0.21	0.3	0	0	0	0
R. Tumusla	11700	0.035	0	0.6357	0.165	0.86	0.1376	570.41	12.575	11.78	1.823	7.6673	0	23.4	25.74	0.077454
R. CB-P V.A	4150	0.021	0	0.1482	0.066	0.305	0.1094	186.06	6.082	3.659	0.635	0.6936	0	7.47	46.688	0.0400475
R. SJO Tupiza	8340	0.05	0	0.6606	0.078	0.575	0.2845	377.13	10.775	11.32	0.999	1.1099	0.0042	15.85	7.506	0.0865692
R. SJO V.A	6940	0.035	0	0.4867	0.072	0.409	0.2065	301.2	6.0756	5.59	0.737	0.974	0	10.41	36.782	0.0673874
R. Pilcomayo	504	0.004	0	0.021	0.034	0.223	0.0057	78.874	3.3845	10.08	0.523	1.196	0	1.008	1.512	0.002898

5. Quality of Sediments

Sample	Ag ppm	As ppb	Sb ppb	Cd ppm	Cu ppm	Cr ppm	Fe ppm	Hg ppb	Mn ppm	Pb ppm	Zn ppm	CN ppm	Sn ppm	S ppm	lg.Loss %	
R. Vitichi-1	4.00		40.6	8.00	46.0	5.09	33800	279	410	200	400	<0.50	976	1100	3.42	
R. Vitichi-2	1.00		46.3	8.00	30.0	4.87	40400	23.0	318	60.0	90.0	<0.50	1460	600	2.31	
R. Cotagaita	3.00		56.1	20.0	40.0	7.26	44400	135	310	60.0	100	<0.50	976	13900	2.19	
R. Tumusla	2.00		54.9	10.0	80.0	5.03	37100	72.3	316	60.0	100	<0.50	732	1400	1.77	
R. CB-P V.A	3.00		34.6	20.0	20.0	8.55	29400	122	259	70.0	90.0	<0.50	976	1200	9.19	CBY
R. SJO Tupiza	1.00		43.5	10.0	30.0	12	37600	132	354	50.0	90.0	0.50	976	800	1.73	TPZ
R. SJO V.A	1.00		39.7	20.0	20.0	13.4	36000	102	216	40.0	80.0	<0.50	732	1400	1.36	SJO
R. Pilcomayo	3.00		34.3	10.0	20.0	2.71	26500	207	247	50.0	70.0	0.50	975	1300	1.24	VMT

表4-2-8 ポトシ県南部地域の水質測定結果 (乾期)

Analysis data of Southern part of Potosi (mid. Oct. - dry season sample)

1. Quality of Water

Sample	pH	SS mg/L	As μg/L	Sb μg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Hg μg/L	Mn mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	CN mg/L	COD mg/L	coment (Code name)
R. Vitichi-1	4.7	11	1.11	0.67	<0.002	2.10	<0.005	5.90	<0.10	4.51	0.20	0.03	<0.001	4	PVI-1
R. Cotagaita	8.4	70	0.97	0.50	0.03	0.01	<0.005	0.19	0.51	0.12	0.17	0.03	<0.001	4	CTG
R. Tumasla	8.6	245	0.29	0.53	0.10	0.01	<0.005	0.37	2.27	0.01	0.28	27.0	<0.001	60	PTU
R. CB-P V.A	8.7	472	0.38	0.59	0.02	0.01	<0.005	0.18	0.56	0.01	0.24	0.02	<0.001	9	CBY
R. SJO Tupiza	9.1	21	0.57	0.62	0.01	0.01	<0.005	0.18	1.18	0.06	0.18	0.02	<0.001	4	TPZ
R. SJO V.A	8.2	31	0.13	0.60	0.01	0.02	<0.005	0.25	1.04	0.70	0.21	0.03	<0.001	30	SJO

2. Quality of Sediment

Data are not offered from laboratory.

m³/sec

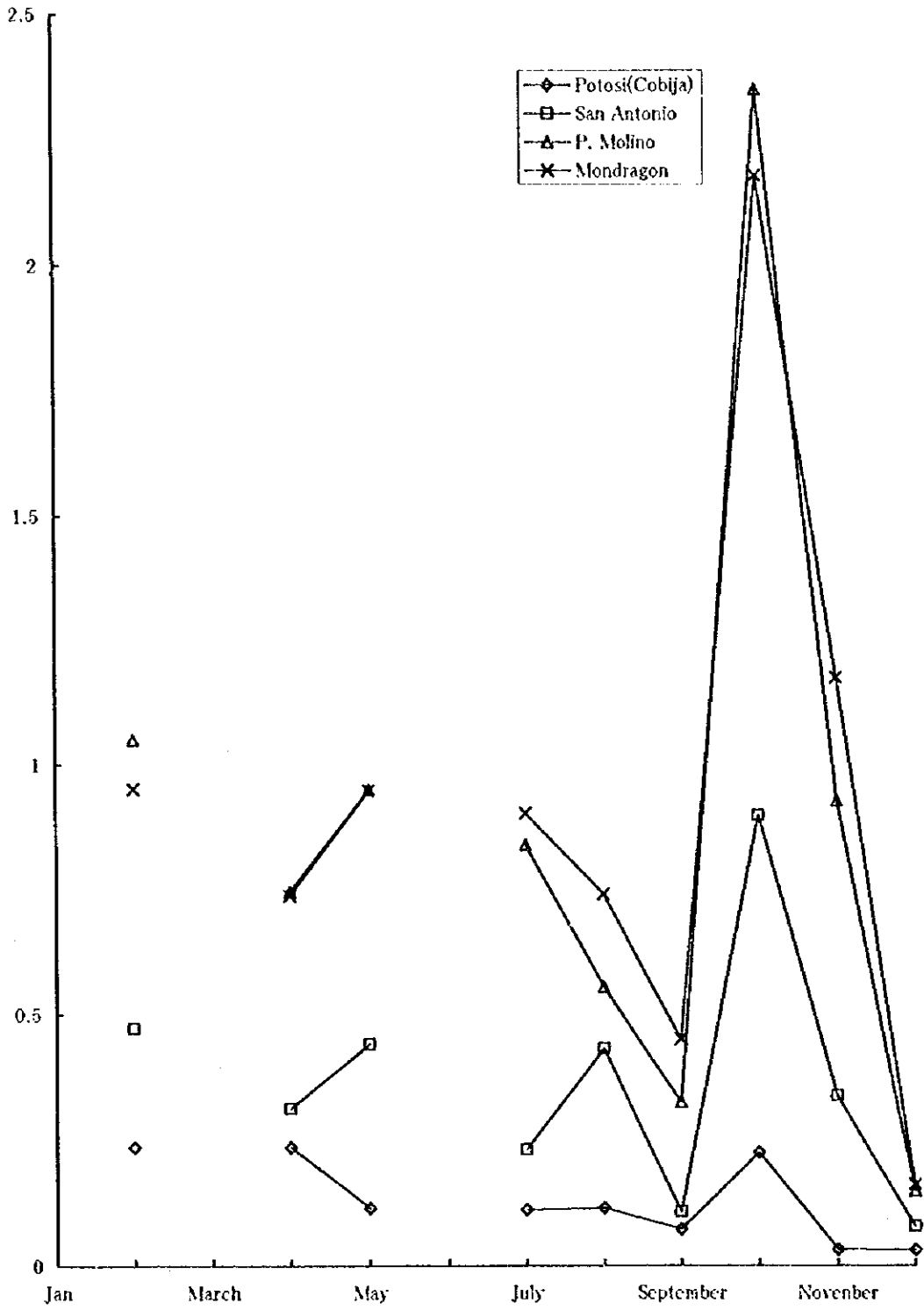


図4-2-1 タラバヤ川水系での季節毎の水量変化

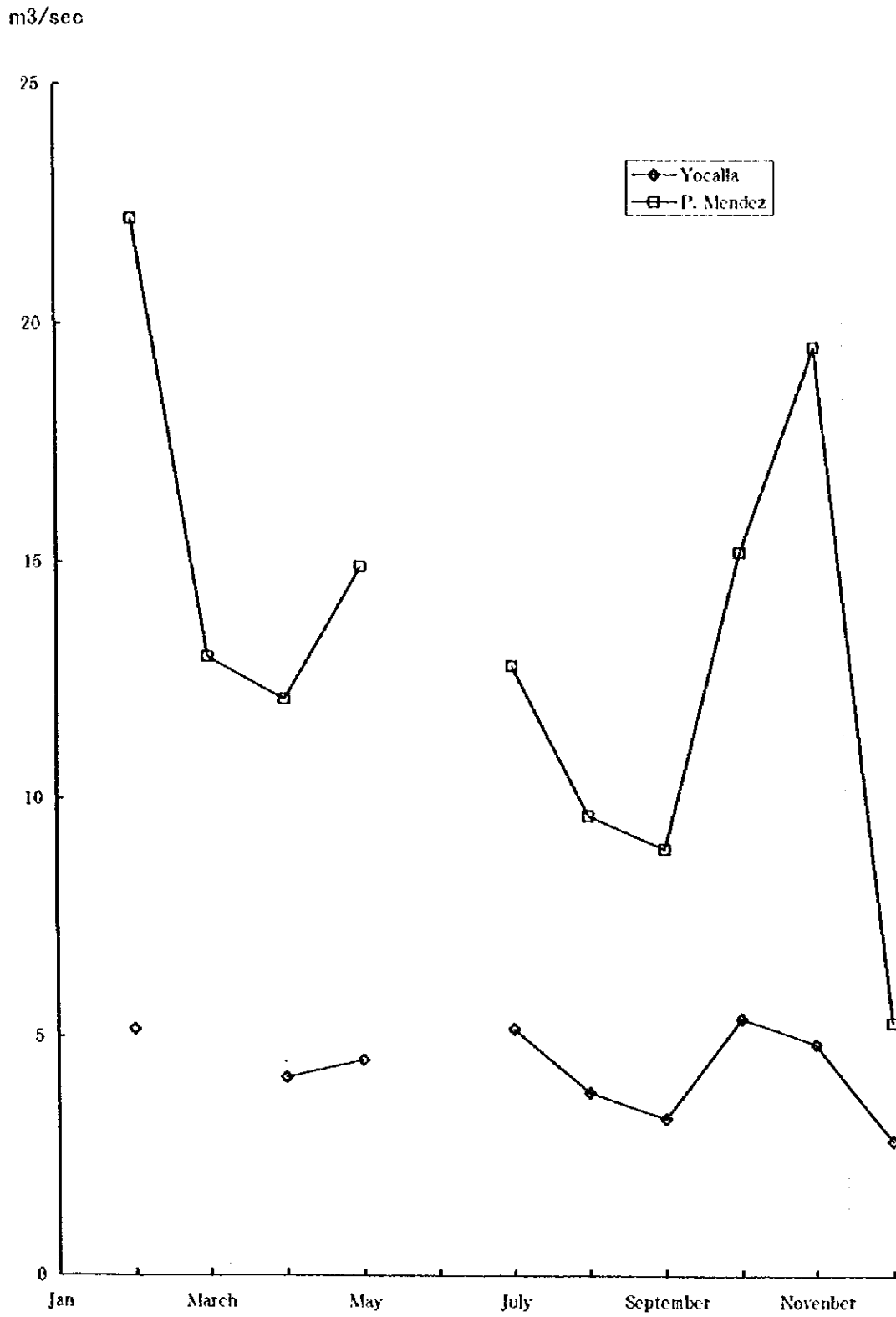


図4-2-2 ビルコマヨ川上流とメンデス橋での季節毎の水量変化

SS
(t/d)

Transport of SS in the Rio de la Rivera -- Tarapaya

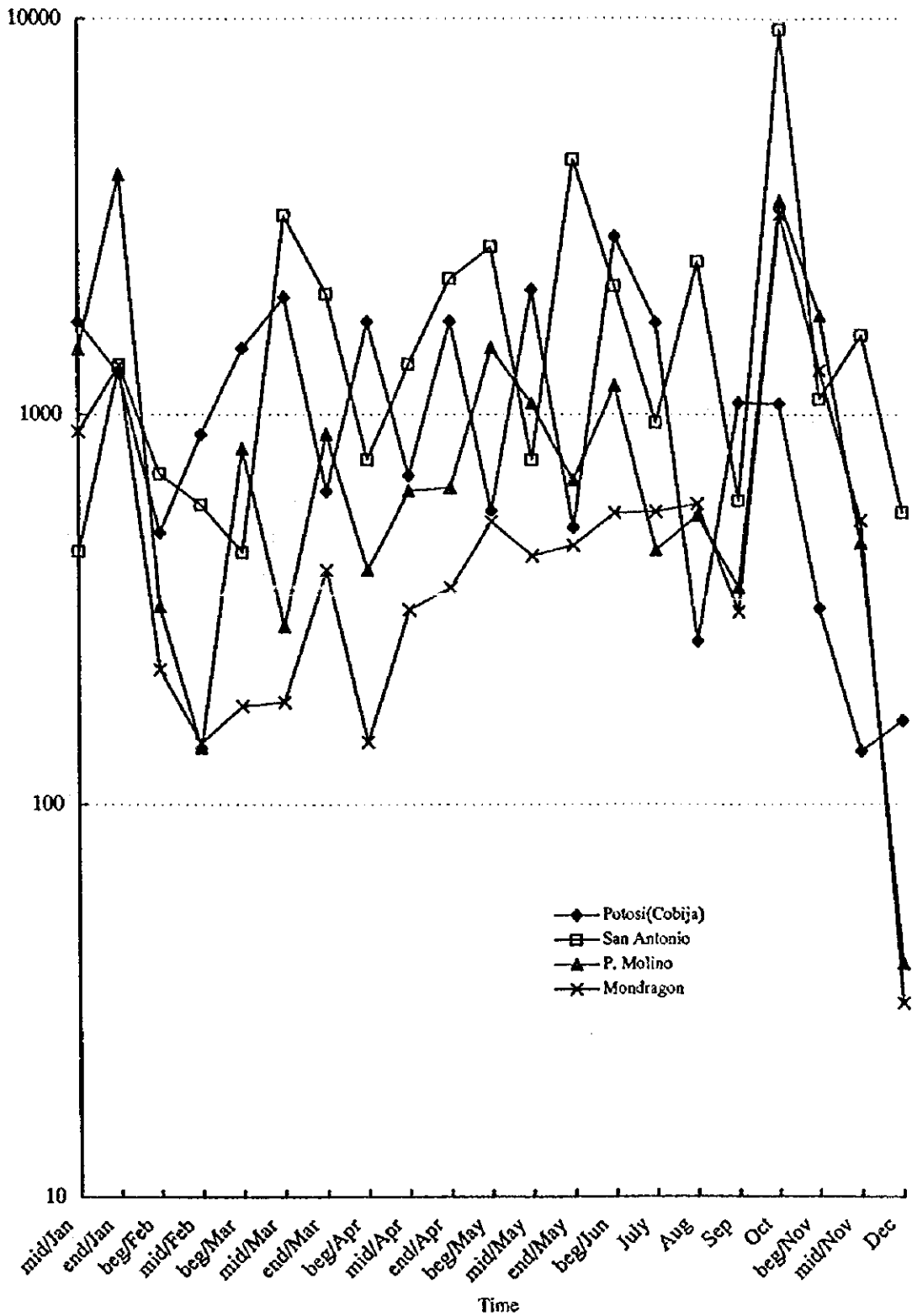


図4-2-3 タラバヤ川水系の運ばれるSSの季節的变化

SS
(t/d)

Transport of SS in the Rio de la Rivera - Tarapaya

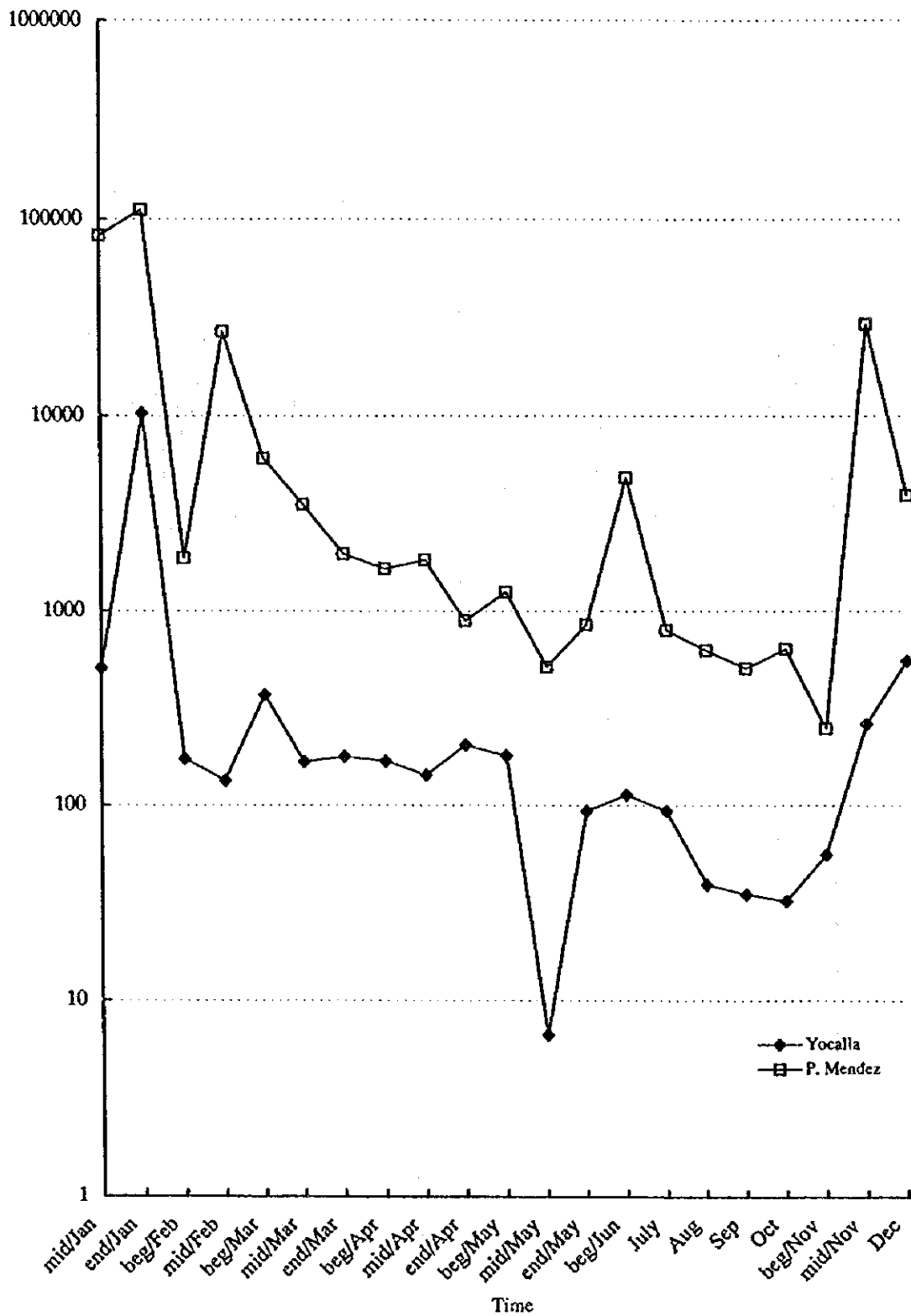


図4-2-4 ピルコマヨ川上流で運ばれるSSの季節的变化

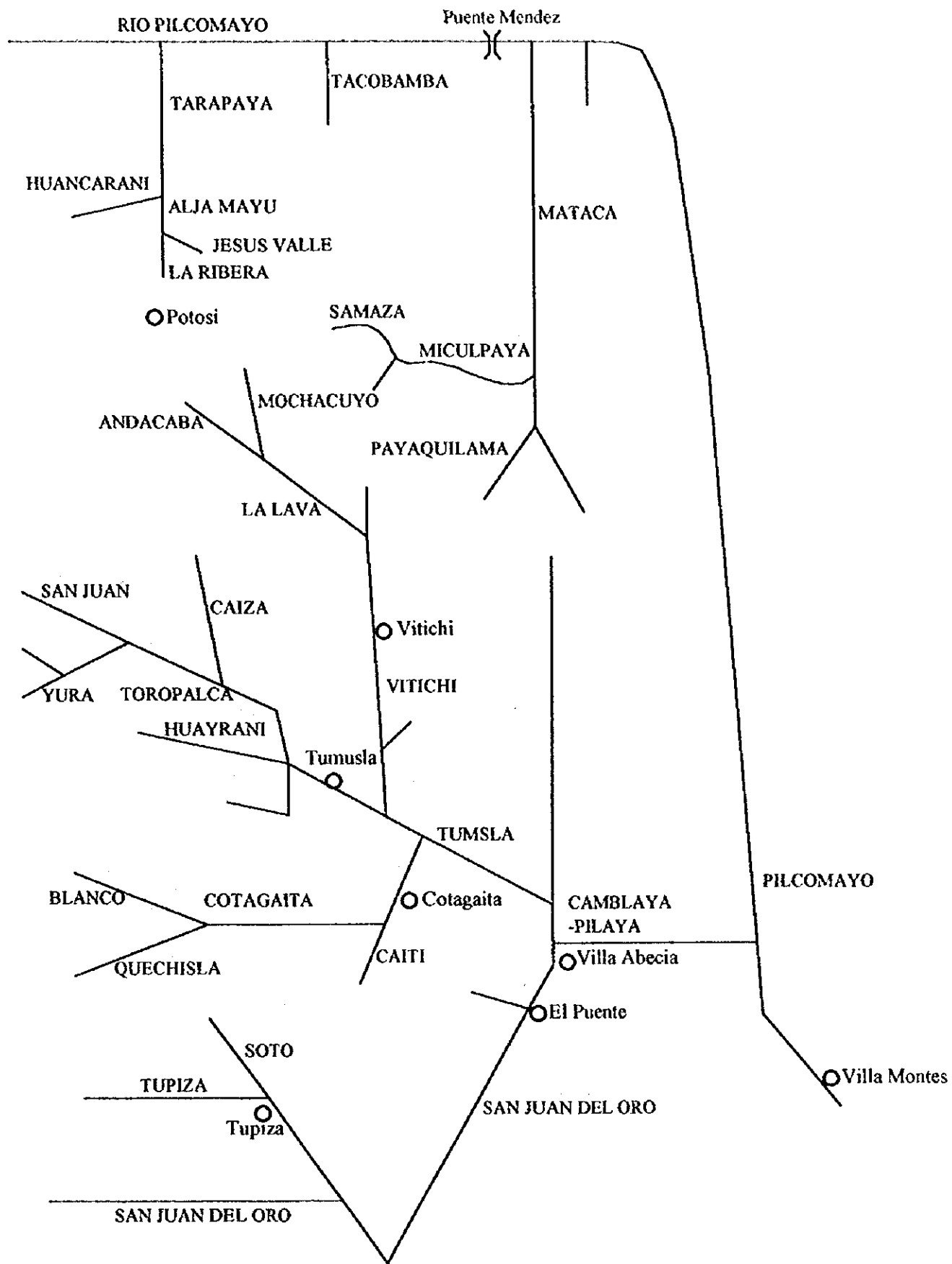


図4-2-5 ボトシ県南部を中心とした河川概念図

4-3 被害の範囲と程度

4-3-1 背景

(1) 対象地域の地理上の位置

本調査対象地域として指定された範囲はトーマスフリアス郡のポトシ市及び、タラパヤ川の流域の支流を起点として、ヨカジャ市のカヤラ川、トトラ D 川及びヨカジャ川を対象とし、更にタラパヤ川流域を起点としメンデス橋に至る迄のビルコマヨ川の各市も含んでいる。

全体の調査地域としては距離にして 180km 相当となり、実質ポトシ市よりメンデス橋までとなっている。

ビルコマヨ川はポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県を流れているが、それぞれの県の面積は、118,218km²、51,524km²そして 37,623km²と報告されている。

CBR-DET 及び QPID の 1997 報告書によれば、ビルコマヨ川流域はポリヴィア国内で 99,110km² にのぼり、ポトシ県、チュキサカ県、タリファ県そしてオルロ県でそれぞれ流域面積として 42,987km²、30,818km²、24,591km²、そして 714km² を占めている。(なお「ポリヴィアの地理と天然資源」第 3 版によれば、ビルコマヨ川のポリヴィア国内の流域面積は 98,100km² とされている。)

ビルコマヨ川はオルロ県のアヴァロア地区に源を發し、ポリヴィア国内ではタリファ県のエスメラルダ地区迄の総延長 620km を流れ、パラナ川に注いでいる。

タリファ県のヴィジャモンテ水利研究所の資料によると、ヴェジャモンテ水利研究所前での河川の深さは 6.6m に達し、川幅は 150m となり、年間の平均水量は 203m³/秒と推測されている。

流域の気象は変化に富んでおり、4,500m の高度となる一番高い地域は寒く乾燥した地域であり、下流域では温暖で若干湿潤な気象となっている。パラグアイ、アルゼンチンに隣接した高度 250m の地域は熱帯性の乾燥した地域と

なっている。流域で標高の高い地域は金属資源の重要な地域で、特に鉛、錫、亜鉛、銀、アンチモン、銅そしてビスマスが豊富にある。図 4-3-1 にはピルコマヨ川の位置と同河川流域の鉱山活動と河川の汚染負荷が示されている。

(2) 対象地域の社会状況

国家統計局の正式予測によれば、ボリヴィアの総人口は 2000 年に、8,329 千人とされておりこれが 9 県に分布することになる。

また国家統計局はピルコマヨ川の流れるポトシ県、チュキサカ県およびタリファ県の 2000 年における人口をそれぞれ 774 千人、590 千人および 403 千人と予測している。特にポトシ県に関しては、その統計資料から特に厳しい生活環境が窺える。

- ① 年間人口増加率を 1990 年から 1995 年迄の資料で検討すると、ボリヴィア全体で 2.4% の増加率にもかかわらずポトシ県では 1.1% となっており、チュキサカ県の 2.4%、タリファ県の 3.2% と比べて大変低い。
- ② 幼児死亡率についても 1990 年から 1995 年までの統計資料で検討すると、全国平均で有る 1,000 人の乳児に対し 75 人の死亡率と肩を並べるチュキサカ県の 84 人の死亡率及びタリファ県の 60 人の死亡率に比べてポトシ県は大変高い死亡率、1,000 人の出生に対し 112 人の死亡率となっている。
- ③ ポトシ県の出生時の平均余命が 53 才であるのに対しチュキサカ県は 57.8 才、タリファ県は 63.1 才そして全国区平均が 59.3 才となっている。

職業の選択肢が少ない事により、この地域の収入は、水源の水量の減少若しくはその多寡に大きく影響を受けることとなっている。事実地域の乾燥した気候にとって水源の確保が死活問題となっており、住民の毎日の生活と田米からの生産活動に大きく影響を与えている。(農業、牧畜、そして特定地域での漁業)

鉱山活動地域に隣接し、かつその下流域において発生している土地と作物の汚染連関が、それが南部ボリヴィアの田舎の生活とその移住現象に象徴されており、衛生状態の悪化と栄養不足を引き起こしているといえる。

しかしながら、社会的問題の複雑性、貧困と辺境性が、地域の社会経済状況の恐慌状態の原因を特定するに際し、それぞれの原因の影響度を計る事を困難なものとしている。各県移住状況調査では、ポトシ県からの移住率が他県と比べ一番高い値となっている。

今回の調査対象地区内ではポトシ市内 120 千人(市街地区、図 1-2-1 上で(1)~(5)相当)の内、河川水の影響を直接には受けない 7 地区以外の、直接影響を受ける地区の 5 地区の住民、8,070 家族 34,701 人と農村地区(市街地以外、全域図 1-2-1 上で(6)~(42)相当)としては 37 地区住民の 1,720 家族、7,396 人を対象とした詳細調査をおこなっている。

なお図 4-3-2 に市街地区の地図を示し、各農村地区の集落の位置は本報告書第 1 章図 1-2-1 に示している。

河川水の影響を受ける市街地区を含む調査地区の詳細人口を家族数と人口で表 4-3-1 に示す。なお、河川縁の人口と河川より 1km 以上離れている人口、そしてポトシ市内の地区を区別出来るよう色と印で区分している。

ポトシ市及びタラパヤ地区では、生活用水及び産業用水を上流の湖(清水)から導水し、汚濁した河川水と区分している。

表 4-3-2 に示す通り、ポトシ市民を除く対象地域全体で住民の移住が起きている。その理由を考察すると次のことが考えられる。

- ① 市街地に近い事、財産が少ない事が原因であり、環境破壊とは直接的には関係ない 8 地区：各地区の番号は図 1-2-1 参照。

Jesus del Valle (ヘススバレ) 地区(6)、Agua Dulce (アグアドウルセ) 地区(8)、La Palca (ラバルカ) 地区(12)、Santa Lucia (サンタルシア) 地区(13)、Cayara (カヤラ) 地区(14)、Totora 'D (トトラ D) 地区(15)、Totora Pampa (トトラパンパ) 地区(16)そして Yocalla 地区(17)

- ② タラパヤ川、ジャヤマユ川の河川水の汚染、更に鉱山活動による土壌汚染が起こっている 8 地区：

Jaya Mayu (ジャヤマユ) 地区(9)、San Antonio (サンアントニオ) 地区(10)、La Puerta (ラブエルタ) 地区(11)、Molino (モリノ) 地区(18)、

Aroifilla (アオイフィラ) 地区(19)、Tambo Panapa (タンボパンパ) 地区(20)、Miraflores (ミラフローレス) 地区(21)そして Mondragon (モンドラゴン) 地区(22)

③ ビルコマヨ川の水汚染そして川の氾濫による農耕地の消失が起こっている 12 地区 :

Sulcari (スジュカリ) 地区(23)、Palca (パジャカ) 地区(24)、Juicuni (クイクニ) 地区(25)、Capilla Rosaro (カピジャロザリオ) 地区(26)、Tacuara (タクアラ) 地区(27)、Talula (タルラ) 地区(28)、Ancoma (アンコマ) 地区(29)、Huerta Khasa (ウエルタカサ) 地区(30)、Kholu (コール) 地区(31)、Oyora (オヨラ) 地区(32)、Chalama (チャラマ) 地区(33)そして Quebrada (ケブラダ) 地区(35)

これらの地区は土地が失われてしまう危険のある地区であり強い移住の圧力がかかっており、地勢的にも農耕地を広げる事に限界のある地区でもある。

④ 河川水の汚染と土壌の保護と回復の協力体制の欠如が原因となる移住が見られる 6 地区 :

Azulipampa (アクズリパンパ) 地区(34)、Km127 地区(36)、San Antonio (サンアントニオ・スクレ) 地区(37)、Vina Pampa (ヴィナパンパ) 地区(38)、Tuero (テウエロ) 地区(41)そして Puente Mendez (プエンテ・メンデス) 地区(42)

これらの地区の問題は、ビルコマヨ川の水を直接利用しなければならぬところに問題がある。

(3) 対象地域の経済状況

ビルコマヨ川流域での最も重要な経済分野は農業である。

農業分野は多数の貧困な農民で構成されているが、それぞれの生産活動は日々の糧を得るためのものであり、低い生産性と大きなリスクを背負ったものとなっている。低くかつ不安定な価格での取り引きとなるこの地域で生産

される昔からの産物（じゃがいも、とうもろこし、小麦、大麦、肉、綿花、魚等）だけではそれぞれの生活の向上は期待できない。

結果として、低い再投資活動となり、それが引いては農産物の生産性の低下につながっている。

国家統計局の 1996 年報告によれば、1993 年のボリビアの全農業生産の内ポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県の占める割合は 6.7%、8.2%及び 5.9%であり、それぞれの農産品生産額は 157 百万 Bs (37 百万 US\$)、192 百万 Bs (45 百万 US\$) および 138 百万 Bs (32 百万 US\$) とされている。

次に河川水の影響を受ける市街地を含む調査対象地区の経済活動を詳細にみる。

1)市街地区

表 4-3-3 に示されている通り、市街地の主たる経済活動は商業であり、全体の 50%以上を占めている。大規模、小規模問わず商業が町の経済（正規、アングラ含め）の大きな位置を占めている。次に主要な生産活動は鉱業であり、地域経済活動の 2 番目に重要な位置を占めている。しかしながら、それらの生産方式は零細なもので、技術的にも稚拙かつ資本的にも貧弱なものであり、国際的な価格変動には脆弱な体質となっている。

これらの帰結として、鉱業分野では新技術を利用した外国の大型資本の企業との競争には太刀打ち出来なくなっている。以上衰退に向かっている産業においては、農村地からの流入移民に対する適切な職業を与える事は出来ず、社会的不安定を形成する事となり、非合法的な経済活動の増大を招いている。

2)農村地区

農村地区の主たる職業は、農耕と牧畜である。San Antonio 地区と Aroifilla 地区には、インヘニオが操業されている事もあり、同地区では鉱業関係従事者も見られる。他の種類の職業は街の中心地での商業活動となっている。

3) 移住

前出表 4-3-2 に示す通り、対象地域では水質の汚染が人々の経済状況を悪化させ、かつ汚染土壌の回復若しくは、流出土壌保護の手段を持たない人々がその生活を圧迫、悪化させられている事が確認されている。

移住の頻繁に行われた時期としては 1983 年の干魃の時期、70 年代、80 年代のピルコマヨ川の汚染が厳しくなった時期があげられているが、移住先としては国内では Santa Cruz (サンタ・クルス) 州、Cochabamba (コチャバンバ) 州、外国ではアルゼンチンの北部が多いとされている。

4-3-2 被害調査報告

数十の稼動中若しくは休止中のインヘニオ、かつ数百の操業中若しくは休止、廃棄中の鉱山がポトシ県の中に存在し、それがピルコマヨ川流域の現在の汚染の原因となっている。

しかしながら、ポトシ県内外で引き起こされている他の汚染問題も看過する事は出来ない。

それらの問題は流域の農夫、牧畜業者、木材収集業者、そして鉱山業者等による事業管理により引き起こされている問題である。

事実天然資源の利用と根本的基準なしで実施されている事業管理制度により、地域の無森林化と水資源循環の著しい障害を発生させているといえる。

また以下 5 件の研究報告書および調査団による河川水の影響を受ける市街地区を含む調査地域の研究（以下調査地域の位置を説明する。）からは、経済活動の中の事業管理により引き起こされている社会・経済影響の状況の一部を知る事が出来る。

調査地域の位置：

調査名	位置
(1) ヴィジャモンテ調査	ビルコマヨ川下流タリファ県
(2) タラバヤ川調査	ポトシ郊外のタラバヤ川流域、モリノ地区よりモンドラゴン地区迄
(3) ラ・バルカ調査	タラバヤ川流域ラ・バルカ地区
(4) ポトシ市調査	ポトシ市内リベラ川流域
(5) 調査対象地区調査	リベラ川よりメンデス橋までのビルコマヨ川流域

(1) ヴィジャモンテ調査

①プロジェクト実施者：CER-DET QPID-1997

②調査地域：タリファ県における3地域

③調査目的：

- ・ 河川の魚に含まれる鉛および他毒性金属の量についての分析
- ・ 人の血に含まれる鉛および亜鉛の量についての分析

④調査方法：

- ・ 魚に含まれる化学物質の分析
- ・ 人（グアラニ人）の血に含まれる化学物質の分析

⑤影響調査結果：

⑤-1 魚：

3回に及ぶ調査のうち、第1回と第3回の調査において、検査された魚の鉛の平均含有量として、6.96ppmと5.56ppmの値が検出されている。

⑤-2 人の健康：

第2回と第3回の調査結果として4.94 μ g/dlおよび16 μ g/dlの鉛が検出されている。

⑥詳細報告：

報告書には、魚と人の血液内の鉛の含有限界量に関する報告はない。しかしながら大人が消化した鉛の10%のみ吸収するのに対し子どもは50%

を吸収するとの指摘もあり、子どもの食事には特に注意が必要である。
 なお調査結果から各地での魚の各金属の含有量は下記となっている。1
 人の血に含まれる許容鉛のレベルは米国では 10 μ g/dl が上限としてい
 る。

魚の各金属の含有量の内訳

場所	注意書き	鉛 (ppm)	亜鉛 (ppm)
ヴィジャモンテ	アルゼンチンに近い	2.11	13.31
ブレルトマルガリタ	ヴィジャモンテとユキムビアの間	7.76	35.64
ユキムビア	ボトシに近い	6.82	33.48

なお、ヴィジャモンテは東南部地域の状況把握のために調査した。

(2) タラパヤ川調査

- ① プロジェクト実施者：MEDMIN（小規模鉱業者環境対策支援団体）
- ② 調査地域：タラパヤ川地域（図 1-2-1 地区番号 18 番モリノ地区から 22 番モンドラゴン地区一帯）
- ③ 調査目的：調査対象地域の社会経済影響の調査
- ④ 影響調査結果：
 調査地域に対する基本的影響を下記要約する。

④-1 人の健康：

河川の水との接触により、神経が苛立ち、出血も生じ、皮膚に亀裂が生ずる。
 河川の水を飲む事により、胃腸の障害をおこす。

④-2 農業：

にんじんの栽培において 3 倍以上の種を必要とし、生産性は 70%と低い。
 極めて遅い生育、作物の不生育と低生産性。

④-3 牧畜：

河川の水を飲む事で腸の病気を引き起こす。河川の水との接触で爪が破壊する。
低生産性。

④-4 生体系：

河川流域の側岸植物の消滅
河川生育物の消滅

- ⑤ 参考意見：タラバヤ川自体はひどく汚染されているが、特にモリノ地区等では見事な畑が川の両岸に広がっている。これはこの地域の農夫が汚染されている川の水を農業に使用せず、別のきれいな水源からの水を灌漑水としている事による。ただし例えば、メンデス橋以降の農地で、他のきれいな水を手当てする事が出来ないため、灌漑用水として汚染されているビルコマヨ川の水を利用する以外に手段のない地域では、生産性が著しく低くなっている。このような状況から汚染影響調査はポトシ県に限定する事なく、進める事が推奨される。

(3) ラ・バルカ調査

- ① プロジェクト実施者：C.D.R. (地域 NGO)
- ② 調査地域：タラバヤ川沿いラ・バルカ地域 (図 1-2-1 の地区番号 12 番ラ・バルカ地区)
- ③ 調査目的：鉱山活動による社会経済影響調査
- ④ 調査方法：地域代表者との面談
- ⑤ 影響調査結果：

⑤-1 農業：

タラバヤ川の水をそのまま灌漑に利用している空豆農地では、その生産性は半分となっている。この場合、汚染がある灌漑用水による生産量は 30qq/ヘクタールで、汚染がない灌漑用水による生産量は 45qq/ヘクタールである。前者の生産量が 0.37qq/ヘクタールまでに落ちている地区もある。なお、1 quintal (qq) は 100Kg である。

⑤-2 牧畜：

タラバヤ川流域で羊の牧畜業者の生産量は前年と比べて半分になっている。

(4) ポトシ市調査

① プロジェクト実施者：C.D.R. (地域 NGO)

② 調査地域：ポトシ市 12 地区の内リベラ川流域の以下 5 地区を対象として調査 (図 1-2-1 参照)

1. サンフアン地区(1)、2. サンクリストバル地区(2)、3. サンベドロ地区(3)、4. サンベニト地区(4)、5. カントマルカ地区(5)

③ 調査目的：調査地域の環境汚染による社会経済影響評価

④ 調査方法：上記 5 地区からそれぞれ 100 件のサンプルを選び合計 500 件のサンプル調査

⑤ 影響調査結果：

川の水との接触による消化器系と呼吸器系の病気。継続的病気による生産性の低下。

⑥ 参考意見：

川の水との接触により引き起こされている病気以外に、選鉱場からの大量の粉塵による大気汚染が原因の病気も報告されている。

(5) 河川水の影響を受ける市街地区を含む調査対象地区調査

① 本調査団が C.D.R. (地域 NGO) の協力を得て調査

② 調査地域：ポトシ市からメンデス橋に至るまでの全長約 180Km の河川

水の影響を受ける下記市街地区 5 地区と農村地区 37 地区、全 42 地区を対象。(図 1-2-1 参照)

(市街地区)

1. サンフアン地区(1)、2. サンクリストバル地区(2)、3. サンベドロ地区(3)、4. サンベニト地区(4)、5. カントマルカ地区(5)

(農村地区)

1. ヘスバレ地区(6)、2. セバディジャ地区(7)、3. アグアドウルセ地区(8)、4. ジャヤマユ地区(9)、5. サンアントニオ地区(10)、6. ラブエルタ地区(11)、7. ラバルカ地区(12)、8. サントルシア地区(13)、9. カヤラ地区(14)、10. トトラ D 地区(15)、11. トトラパンバ地区(16)、12. ヨカジャ地区(17)、13. モリノ地区(18)、14. アロイフィラ地区(19)、15. タンボパンバ地区(20)、16. ミラフローレス地区(21)、17. モンドラゴン地区(22)、18. スジュカリ地区(23)、19. パジャカ地区(24)、20. フイクニ地区(25)、21. カピジャロサリオ地区(26)、22. タクアラ地区(27)、23. タルラ地区(28)、24. アンコマ地区(29)、25. ウエルタカサ地区(30)、26. コール地区(31)、27. オヨラ地区(32)、28. チャラマ地区(33)、29. アクズリパンバ地区(34)、30. ケブラダ地区(35)、31. Km127 地区(36)、32. サンアントニオ・スクレ地区(37)、33. ピナパンバ地区(38)、34. タルラ地区(39)、35. タサパンバ地区(40)、36. テウエロ地区(41)、37. プエンテメンデス地区(42)

- ③ 調査目的：調査地区内の汚染による人、牧畜、農業への環境被害調査
- ④ 調査方法：上記各地区でアンケート用紙を使ってインタビュー方式による調査

⑤ 影響被害調査結果：

⑤-1 人の健康：

(背景)

対象地区は以下の 4 タイプに分けることができる

- 上下水システム完備地区

- 泉を上水として利用している地区
- 上水をタンクローリーで供給している地区
- ビルコマヨ河川水を上水として利用している地区

(上下システム完備地区)

表 4-3-4 に示す通り、市街地区では、全ての住民に対し、上水道サービスが行われており、僅か 10%以下の人々が補助的に井戸と泉の水を利用している事が判る。農村地区では 19 の地区で上水道システムが完備しており、それにはコンクリート製貯水槽が利用されている。水源は泉であり、その水質は科学的には確認されていないが、利用者は問題ないと評価している。San Juan 地区(1)、San Cristobal 地区(2)、San Pedro 地区(3)、San Benito 地区(4)、Cantumarca 地区(5)

(泉を上水として利用地区)

上記以外の農村地区、下記 17 の地区では同じく水源は泉であり、その水質は科学的には確認されておらず、その貯水槽は雑なものである。それらの水の家庭への運搬は女性・子供の仕事となっており、重労働となっている。

Jesus Valle 地区(6)、Cebadillas 地区(7)、Agua Dulce 地区(8)、Jaya Mayu 地区(9)、San Antonio 地区(10)、Sulcari 地区(23)、Pallka 地区(24)、Juicuni 地区(25)、Capilla Rosario 地区(26)、Tacuara 地区(27)、Talula 地区(28)、Ancoma 地区(29)、Huerta Khasa 地区(30)、Kholu 地区(31)、Oyora 地区(32)、Chalama 地区(33)及び Quebrada 地区(35)

(浄水タンクローリー地区)

San Antonio 地区(10)においては、上水道システムの水源が枯れており、ポトシ市からの上水タンク車での水供給に頼っている。Yocalla 地区(17)についても同様の状況にあると言える。

(ビルコマヨ河川水利用地区)

他の現象として説明されなければならない事は、ビルコマヨ川の水が大々の飲料水として直接利用されている事である。特に Aczulipamapa 地区(34)、Km127 地区(36)、San Antonio/Sucre 地区(37)、Vina Pampa 地区(38)、Talula 地区(39)そして Puente Mendez 地区(42)での現象といえる。川の砂をフィルター代わりにして利用して濾過しその後飲料水として利用しているが、この結果腹痛、下痢等の症例が多く見られる。

(農村地区の症例)

表 4-3-5 に示す通り、汚染水が原因とされる基本的疾患として次の 2つがあげられる。

- ・皮膚炎 : 手と足にひび割れが起こる
- ・胃腸カタル : 胃腸の不調による下痢

現時点での疾病の発生状況は数年前より少なくなって来ているが、これは汚染の灾情についての認識が高まった事も理由となっている。即ち汚染地域の範囲は変わっていないが、汚染水を原因とする疾病にかからないように、その程度を少なくする努力を行っていると言える。

しかしながら、Mondragon 地区(22)、Sulleari 地区(23)、Juicuni 地区(25)、Tacuara 地区(27)、Aczulipanapa 地区(34)、Quebrada 地区(35)、Km127 地区(36)、San Antonio 地区(37)、Vina Pampa 地区(38)、Talula 地区(39)及び Puente Mendez 地区(42)においては、生活上河川を渡る必要があり、灌漑用水としても利用する必要があり、依然として大きな問題となっている。

但し死に至る症例は報告されていないが、現実に毎日の農作業中、飲料水が無い時は Pilcomayo 川の水を川岸の砂で濾過して飲んでおり、吐き気、胃痛、下痢等となって現れている。

(市街地区の症状)

表 4-3-6 は調査対象市街地における主要な 13 種類の疾患を示しており市街地区 5 地区での人の健康状況を表している。

最も汚染の激しい地区では鋳業・インヘニオ活動が盛んな地区と重なっている。これらの企業は町の中心部に位置しながらも何ら環境対策を講じておらず、その生産量の増大とともに汚染度合いが増加している。

原料及び選鉱後の半製品等は、野積みで貯蔵されているが、ポトシ市の気象、特に温度変化が厳しく、断続的に吹く強い風等が一連の粉体を巻き上げ、気管支を中心とした障害を起こしている。

鋳業・インヘニオ活動からの廃棄物は川床へ蓄積され汚染の悪化を招いている。これらの排水路が開放状態になっていることにより、これを生活上渡ることを必要としている近在の住民、特に子供・婦人が

直接水にふれる事を防ぐ手だても講じられていない事も問題を大きくしている。

また、これらの排水溝は生活ごみの捨て場にもなっているが、完全なるごみ収集システムの構築が遅れている事もあり、これらも胃腸障害、下痢の原因となっている。

⑤-2 農業：

(背景)

調査対象農村地区では、灌漑水路のほぼ全てが土で築かれており、そのシステム全体も土製であり、高地で、かつ乾燥した農耕地は灌漑の整備に大きく依存している。

かかる農耕地は小規模農業者により所有されており、このことが結果として移住者を生む構造的問題となっている。灌漑利用の農耕地であっても、過疎地の農耕地の放棄が多く起こっているが、これらは、汚染水による地味の低下と洪水による耕作地の流失が主たる理由として挙げられている。

(被害状況)

表 4-3-7 において各地の農業被害状況が示されている。

特に Aczulipampa 地区(34)、Km127 地区(36)、San Antonio/Sucre 地区(37)、Vina Pampa 地区(38)、Talula 地区(39)、Tasa Pampa 地区(40)、Tuero 地区(41)そして Puente Mendez 地区(42)においては、発芽率が低く、一定量の発芽を確保するためには、通常の 2 から 3 倍の種子が必要となり、それでも通常ベースの 6 から 7 割程度の発芽率になっている。

また、果実樹に対する影響も Chalama 地区(33)、Km127 地区(36)、San Antonio/Sucre 地区(37)、Vina Pampa 地区(38)、Talura 地区(39)そして Tuero 地区(41)に出ており、生産量の減少のみならず、樹木そのものが枯れる現象が現れている。

汚染影響の具体的現象として次の6点をあげられる。

- ・ 発芽後の萎縮黄色化
- ・ 葉と茎の壊死
- ・ 生産量の減少
- ・ 植物の矮小化
- ・ 幼、小根の未発達
- ・ 低い発芽率

⑤-3 牧畜：

(背景)

表4-3-8に示していることは、牧畜用地は至る所にあると言うことであり、山の裾野は大小を問わず全て牧畜用地として利用可能となっている。全ての牧畜用地は人家の周りではあるが、灌漑が施されている牧畜用地は皆無であって、結果として水質、及び牧草の質による牧畜業への影響は皆無と言える。

牧畜用地の境界は、実質的に各地区の境と一致しているが、牧畜用地の面積は比較的平坦な地域のみを対象として算出している。

現在の放牧方法が、土地の表面の草木が食べ尽くされて土地の風化および川の氾濫時の土地の流出を招く原因となっている。

(症状)

調査地域の各家族が飼育している家畜の種類と数に基づいて仕分けすると以下の3グループとなるが、家畜の疾病に関しては同様の病状が見られる(表4-3-9参照)。

(ア) 第1のグループは；

地区として La Puerta 地区(11)、La Palca 地区(12)、Aroifilla 地区(19)そして Tambo Pampa 地区(20)を含むが、1家族で、20頭の羊、2頭の山羊を飼育している。

(イ) 第2のグループは；

地区として Mondragon 地区(22)、Sulleari 地区(23)、Juicuni 地

区(25)、Capilla Rosario 地区(26)、Tacuara 地区(27)、Ancoma 地区(29)、Huerta Khasa 地区(30)そして Kholu 地区(31)を含むが、1 家族で、15 頭の羊、15 頭の山羊を飼育している。

(ウ) 第3のグループは；

地区として Aczulipampa 地区(34)、Km127 地区(36)、San Antonio/Sucre 地区(37)、Vina Pampa 地区(38)、Talula 地区(39)、Tasa Pampa 地区(40)、Tuero 地区(41)そして Puente Mendez 地区(42)を含むが、1 家族で、3 頭の羊、25 頭の山羊を飼育している。

なお、羊も山羊も同じ飼育方法が取られており、どちらにも同じ環境上の影響を受けており、生産性への環境リスクは同じと考えられ、下記共通の疾患は環境汚染が原因と考えられている。更に上記飼育頭数の差異自体は疾患の傾向に大きな影響を与えてはいないことが判明している。

- ・奇形 : 体重、脚などに問題のある子供の出生
- ・胃腸病 : 下痢
- ・皮膚病 : 外部皮膚疾患

上記疾患の発生に関連する特記事項としては、次の状況が挙げられる。

- (ア) 奇形に関しては、地域住民は汚染水を原因と指摘しているが、更なる詳細な調査が必要。
- (イ) 家畜の死亡率に関しては、第3のグループでは、河川水を飲んだ若い山羊（年齢2～4ヶ月）の死亡率が40%と高く、通常言われている5%を大きく上回っており、河川汚染が原因と考えられている。

4-3-3 汚染の影響纏め

以上の汚染影響の事実を考慮に入れて、水質汚染がピルコマヨ川流域の調査対象地区へ与えている影響を次のように分類することが出来る。

(1) 社会的影響

- ① 伝統的生産活動を継続する事の困難性と不可能性からくる貧困
- ② 貧困から来る移住、特に水が不足する冬季と春季、更に栄養不足から来る病気の多発と、とくにひどい消化器系の病気の増加
- ③ 貧困と移住による伝統的社会的組織の崩壊

(2) 経済的影響

- ① 漁業、農業、牧畜業の生産能力の低下と不安定性
- ② 人的資源の減少による経済活動の低下
- ③ ビルコマヨ川流域経済における農業分野の政治的、経済的重要性の低下

(3) 環境的影響

- ① 重金属、毒性物質、化学薬品等の河川内、川床への蓄積と食物連鎖への影響
- ② ビルコマヨ川内の浮遊固形物の増加
- ③ 外部攪乱要因に対する生態系の不安定性の増加（人と自然）

4-3-4 原因の解明と被害の程度の予想

(1) 原因の解明

ビルコマヨ川は生物的にも、化学的にも更に物理的にも汚染されている。かかる状態は、過去から現在に至るまでの人類の活動の結果であると共に、より影響度はすくなくなるが自然地質学的な結果ともいえる。

1) 町の活動

町、市など人の集まる地域では、相当量の埃、固形、液体の廃棄物排出があり、これが川の水質を劣化させている。ポトシ市自体も 120 千人都市ではあるが、他に大きな町を持っていないポトシ県の場合はこの町からの

ごみの影響も大きいと考えられる。特にポトシ市に排水処理施設（現在ドイツの経済協力で市街地区に 2 カ所の下水処理場建設計画が推進されている）がないという事実に注意を払う必要があり、流域の大腸菌汚染を心配する必要がある。

2) 農業

化学薬品（農薬）が農業、牧畜業に生産の手助けに利用されている。これらの商品は時に毒性を持っており、川に流れ込む迄にその毒性を失う事がない事もある。更に農業活動の燃料として利用される木材の伐採が、土地と植物の体系の安定性を損なっている。かかる生態系の安定性の喪失が土地と水の劣化と同時に沈殿物の発生を促進させているといえる。対象地域では農薬の使用量が文化的、経済的理由により押さえられていると言えども、地域の生態系に配慮しない農業活動を原因として土地の劣化と沈殿物の発生が進み、地域環境破壊の原因を作っていると言える。

3) 工業

ポトシ県は工業活動の面では限られた内容となっているが、別の見方をすれば、鉱業活動に特化しているといえる。しかし鉱業活動は慢性的にまたた時には著しい汚染をビルコマヨ川流域の各河川に及ぼして来た。インヘニオから流れ出る排水をそのまま流す事、鉱石堆積物からの不安定な状態での浸透水の流出、稼働中、休止中の鉱山から出される排水等が大量の汚染源となっている。更にそれまで適用されていた比重選鉱に替わり 1985 年以降にインヘニオに採用された浮遊選鉱方式は、インヘニオが排出する水の中の浮遊固形物の粒度を微細にし、それが河川の汚染を増大させた事実を強調しておく必要がある。

4) 環境被害マトリックス

調査対象地域に対する環境汚染物質による環境原因とその被害者の関係

を表 4-3-10 に纏めた。この環境被害マトリックスは調査対象地域が鉱業活動により環境的に大きな負荷を被っている事を示している。

(2) 被害の程度の予想

ポトシ県調査対象地域における人材、農業、牧畜および漁業で考えられる機会損失を水質汚染（特に鉱業による水質汚染）が主因であるものとして次表に推定する。

機会損失額の推定

セクター		金額推定 (百万 US\$)	備考
住民 (1994 年)		22.7	全国平均年齢まで生存できるとして人口増加が GDP に与える増分 (US\$400 × (59.3-53) × 1/53 × 478,000)
農業 (1993 年)	ケース 1	3.7	ポトシ県のビルコマヨ河流域面積に全国レベル単位面積当りの収穫高とした場合 (1,723Bs/ha-1,353Bs/ha) × 116 千 ha × 0.364 ÷ 4.27Bs/US\$
	ケース 2	0.28	調査対象流域の詳細調査による現農業地と農業化可能地での全国レベル単位面積当りの収穫高とした場合 {1,537ha × (1,723Bs/ha-1,353Bs/ha)+361ha × 1,723Bs/ha} ÷ 4.27Bs/US\$
牧畜 (1993 年)		1.8	汚染地の生産高が半分に落ちているとしての機会損失額
漁業 (1993 年)		0.2	現全生産品が全て汚染されているとしての同額を計上
合計	ケース 1	28.6	

上記は必ずしも充分ではないデータと情報に基づいているが、水質汚染による影響度合いの規模を定性的に推測するという目的から、その内容は下記の通りである。

- 1) ポリヴィア国内の他県を含み、ポトシ県で健康に何らかの形で影響があると言える住民の数の予想。

ポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県の農村部に住んでいる 1993 年時

点での人口は、それぞれ 478 千人、336 千人、146 千人となっている。ポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県の面積はそれぞれ第 4-3-1 項に記載の通り、118 千 km²、51 千 km²、37 千 km² であり、それぞれの県の中でピルコマヨ川の流域面積は 43 千 km²、30 千 km²、24 千 km² となっている。このことは、それぞれの県の内 36.4%、59.8%、65.4% をピルコマヨ川が占めている事に当たる。

以上のデータより、鉱山活動の水質汚染に影響をうけている住民数として、都市の住民としてはポトシ市の半分の人口を加味し、あとは農村部でピルコマヨ川流域の人口のみを考慮にいて、ポトシ県、チュキサカ県、タリファ県それぞれ、234 千人、201 千人、96 千人と予想される。

特に調査対象としてのポトシ市より約 180Km 下流のメンデス橋までの河川水の影響を直接的に受ける市街地区を含む対象地区の人口は、第 4-3-2(5)の調査対象地域に相当するが、家族数 9,790 世帯、人口 42,097 人となっている。

またポトシ県、チュキサカ県の平均寿命が第 4-3-1 項の(2)に述べた通り、各々 53 才、57.8 才であり、ポトシ県、チュキサカ県においては全国平均 59.3 才を下回っている。おのおの平均寿命が短いことの理由の一つが河川水の鉱業活動の汚染にあるとすれば、汚染水による労働力の機会損失と考えられる。

それぞれの県の 1 人当たりの年 GDP が 1994 年で US\$400、US\$581 であり、各年令同一人口と仮定すれば、各々の県で年間の経済的損失は US\$22.7 百万、及び US\$5.1 百万の損失と計算できる。

2) ポトシ県とボリヴィア他県における農業活動の機会損失予想額

ポトシ県、チュキサカ県、タリファ県の三県及びボリヴィア国の農業生産額は 1993 年でそれぞれ 157 百万 Bs、192 百万 Bs、138 百万 Bs 及び 2,347 百万 Bs となっている。それぞれの耕作地面積は 116 千 ha、149 千 ha、69 千 ha 及び 1,362 千 ha となっており、従い耕作地面積当たりの平均農業生

産額は 1 ヶ町当たり、1,353Bs、1,289Bs、2,000Bs 及び 1,723Bs となっている。

もし、ボリヴィア国の平均農業生産額を各県が上げる事が出来るとしたら、(汚染により農業生産額が下がっているとの前提で) ポトシ県及びチュキサカ県で最大機会損失予想額はそれぞれ、42.8 百万 Bs (US\$10.0 百万、64.7 百万 Bs (US\$15.2 百万) となる。

またそれぞれの県の面積に占めるビルコマヨ河流域の占める割合が 36.4%、59.8%であることを考慮すると、ポトシ県内ビルコマヨ河流域(調査対象地域の概略全てに対応)の最大機会損失額は 15.6 百万 Bs (US\$3.7 百万) となる。

特に調査対象地域としてのポトシ市より約 180Km 下流のメンデス橋までの河川水の影響を受ける農業地に限定すれば、本章 4-3-2 項(5)の調査では、現在の農業地 1,537ha 及び灌漑が出来れば農業化可能地として 361ha が報告されているが、現在の農業地の生産高と全国平均レベルの生産高との差額 375Bs の増加、現在存在しないが農業化可能地での全国平均レベルでの生産高 1,723Bs を期待すれば、最大回復予想額は、1,191 千 Bs (280 千 US\$) となる。

なお、調査対象流域における汚染されていない農業水による耕作地、汚染水による農耕地、さらに土木工事も含めた護岸工事の実施による農耕地回復地域を ANNEX(9)の 12 の地図で示した。

3) ポトシ県とボリヴィア他県における牧畜業の機会損失予想額

ラ・バルカ調査を参考にして、これをビルコマヨ川の汚染を原因とする牧畜業の被害の一例として取り上げるならば、現在の家畜の数の倍は保有出来たとする事が出来る。従い現在の 3 県の牧畜業の生産額を基に牧畜業の被害予想額を次のように予想出来る。

1993 年のポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県の牧畜業の年間生産額は 33,807 千 Bs、95,904 千 Bs、59,526 千 Bs となっている。またそれぞれ

の県の面積に占めるピルコマヨ川流域の占める割合は、第 4-3-1 項に記載の通りそれぞれ 36.4%、59.8%及び 65.4%となっている。

ピルコマヨ川流域の汚染地域では生産性が半分に落ちていると仮定すると、汚染されていない場合に得る事の出来る回復可能額はポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県でそれぞれ 7,521 千 Bs (US\$1.8 百万)、40,906 千 Bs (US\$9.6 百万) 及び 28,921 千 Bs (US\$6.8 百万) と予想される。

4) ポトシ県とボリヴィア他県における漁業活動の機会損失予想額

ピルコマヨ川の漁業被害に関する十分な資料はないが、ヴィジャモンテ調査を利用して被害総額を次のように予想する。

ヴィジャモンテ調査では魚に鉛が蓄積しているとの結果が出ており、厳しく考えればこの魚の価値は経済的にはない(零)と判断出来る。

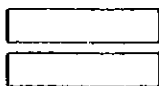
従い、ピルコマヨ川以外での漁業活動がないと予想される 3 県、ポトシ県、チュキサカ県及びタリファ県では、1993 年の漁業生産額全体が被害総額と言う事が出来、その額は 1,036 千 Bs (US\$0.2 百万)、1,191 千 Bs (US\$0.3 百万) 及び 9,784 千 Bs (US\$2.3 百万) と予想される。

特に調査対象としてのポトシ市より約 180Km 下流のメンデス橋までの河川域では過去において、特にメンデス橋近辺で農民が栄養源としての魚を利用していたが、最近はその姿も見えなくなり、漁業活動は皆無となっている。

表 4-3-1 調査対象地域人口

Prefecture of Potosí, Province of Tomás Frías

順	郡	支庁	地区	家数	人口
1	Potosí	Potosí	San Juan *	1 330	5 719
2			San Cristóbal *	1 227	5 276
3			San Pedro *	1 739	7 478
4			San Benito *	2 184	9 391
5			Cantumarca *	1 590	6 837
6			Jesus Valle	15	65
7	Yocalla	Santa Lucia	Cebadillas	16	69
8			Agua Dulce	40	172
9			Secc. Jaya Mayu	4	17
10			San Antonio	108	464
11			La Puerta	24	103
12			La Paica	78	335
13			Santa Lucia	89	383
14			Cayara	120	516
15		Totora "D"	Totora D	130	559
16			Totora Pampa	175	753
17		Yocalla	Yocalla	30	344
18	Potosí	Tarapaya	El Molino	120	516
19			Aroifila	39	168
20			Tambo Pampa	50	215
21			Miraflores	20	86
22			Mondragón	14	60
23	Tinguipaya	Tinguipaya	Sulficari	20	86
24			Pallka	5	22
25			Juicuni	25	108
26			Capilla Rosario	6	26
27			Tacuara	16	69
28			Talula	160	688
			河川沿い計	8 595	36 959
			全合計	9 424	40 523



河川沿い地区

* ポトシ市市街地区

河川より1km以上は離れた地区

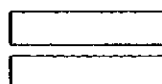
Prefecture of Potosí, Province of Comello Saavedra

N°	市	町	地区	家族数	人口	
29	Tacobamba	Ancoma	Ancoma	7	30	
30			Huerta Khasa	2	9	
31			Tacobamba	Kholu	1	4
32				Oyora	2	9
33				Chalama	20	86
34	Betanzos	Potobamba	Aczulipampa	34	146	
35			Rodeo	Quebrada	4	17
36			Tuero	Km. 127	30	129
37			Millares	San Antonio	48	206
38			Vifa Pampa	50	215	
			河川沿い地区	198	851	

Prefecture of Chuquisaca, Province of Oropeza

N°	市	町	地区	家族数	人口	
39	Sucre	Quila Quila	Talula	38	163	
40	Yotala	Yotala	Tasa Pampa	73	314	
41			Tuero	Tuero	35	151
42				Puente Mendez	22	95
			河川沿い地区	168	722	

			河川沿い地区計	8 961	38 532
			全合計	9 790	42 097



河川沿い地区

河川より1km以上は離れた地区

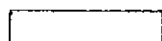
・ポトシ市市街地区

表 4-3-2

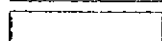
調査対象地域住民移住状況
(人口、移住%)

Prefecture of POTOSÍ, Pvince of Tomás Frías

N	地区名	人口(人数)		移住(%)	
		1970年	現在	暫定	定住
6	Jesus Valle	no data	65	no data	no data
7	Cebadillas	90	69	56.52	23.33
8	Agua Dulce	419	172	65.36	58.95
9	Secc. Jaya Mayu	no data	17	no data	no data
10	San Antonio	834	464	35.12	41.96
11	La Puerta	258	103	34.95	60.00
12	La Palca	479	335	60.00	30.00
13	Santa Lucía	510	383	69.40	24.90
14	Cayara	645	516	50.00	20.00
15	Tотора D	745	559	50.10	24.96
16	Tотора Pampa	941	753	23.90	19.97
17	Yocalla	491	344	34.89	29.93
18	El Molino	1290	516	39.92	60.00
19	Aroñña	311	168	39.88	45.98
20	Tambo Pampa	413	215	52.11	47.46
21	Miraflores	242	86	69.77	64.46
22	Mondragón	200	60	78.33	70.00
23	Sulicari	215	86	38.37	60.00
24	Palika	no data	22	no data	no data
25	Juicuni	154	108	39.80	29.87
26	Capilla Rosario	no data	26	no data	no data
27	Tacuara	99	69	33.33	43.43
28	Talula	955	688	39.97	27.96
	河川沿い計	4495	2322	47.42	50.29
	合計	9291	5822	47.99	41.22



河川沿い地区



河川より1Km以上離れた地区

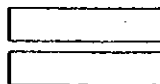
Prefecture of POTOSI, Pvince of Cornelio Saavedra

N°	地区名	人口(人数)		居住(%)	
		1970年	現在	暫定	定住
29	Ancoma	200	30	sin esp.	85.00
30	Huerta Khasa	no data	9	no data	no data
31	Kholu	200	4	0.00	98.00
32	Oyora	180	9	0.00	95.00
33	Chalama	123	86	no data	30.11
34	Aczulipampa	228	146	39.73	35.96
35	Quebrada	no data	17	no data	sin esp.
36	Km. 127	179	129	65.00	27.93
37	San Antonio	294	206	80.00	29.93
38	Viña Pampa	537	215	40.00	59.96
	河川沿い計	1941	851	37.46	57.74

Prefecture of Chuquisaca, Pvince of Oropeza

N°	地区名	人口(人数)		居住(%)	
		以前	現在	暫定	定住
39	Talula	no data	163	no data	no data
40	Tasa Pampa	418	314	32.48	24.88
41	Tuero	201	151	25.16	24.87
42	Puente Mendez	173	95	no data	45.10
	河川沿い計	792	722	28.82	31.62

	河川沿い合計	7228	3896	37.90	46.55
	全合計	12024	7396	38.09	43.62



河川沿い地区

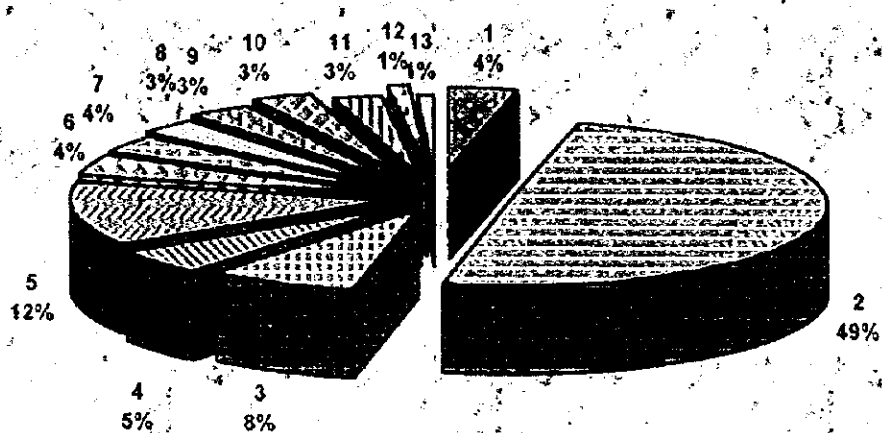
河川より1Km以上離れた地区

表 4-3-3 調査対象市街地住民の職業

(人口に対する%表示)

牧畜	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	3.60
商業	59.00	60.00	61.00	59.00	9.00	49.60
鉱業	8.20	8.40	8.50	9.00	4.00	7.62
教師	4.20	5.00	6.30	5.50	3.50	4.90
医療	5.40	4.20	4.00	5.70	44.00	12.66
他	4.80	4.00	4.50	4.00	3.00	4.06
特定できない	4.00	5.00	3.00	3.50	3.00	3.70
工業	3.50	3.00	4.00	3.10	1.00	2.92
建設	3.50	3.00	1.70	4.00	5.00	3.44
輸送通信	3.00	4.00	2.00	2.50	3.50	3.00
ホテル飲食店	2.00	1.90	3.50	1.50	3.80	2.54
公務員	1.50	1.00	1.00	1.80	0.00	1.06
外国人	0.90	0.50	0.50	0.40	2.20	0.90

Economic Activities



Source: INE Census 1992, II Census Economic Establishment

Note: In graph the average numbers are used.

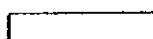
表 4-3-4

調査対象地域各集落の飲料水供給システム

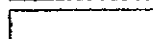
(住民の利用率を利用家族数 %で表示)

Prefecture of Potosí, Province Tomás Frías

N°	地区	上水システム		上水システム無し			
		家庭向け	共同向け	河川水	泉	井戸	他
1	San Juan	75.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	San Cristóbal	55.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	San Pedro	85.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	San Benito	60.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Cantamarca	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Jesus Valle	0.0	0.0	0.0	20.0	80.0	0.0
7	Cebadillas	0.0	0.0	62.5	0.0	37.5	0.0
8	Agua Dulce	0.0	0.0	60.0	0.0	40.0	0.0
9	Secc. Jaya Mayu	0.0	0.0	0.0	75.0	25.0	0.0
10	San Antonio	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	94.5
11	La Puerta	12.5	79.0	8.5	0.0	0.0	0.0
12	La Palca	79.5	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Santa Lucia	40.5	55.0	4.5	0.0	0.0	0.0
14	Cayara	75.0	20.0	5.0	0.0	0.0	0.0
15	Totora D	70.0	20.0	10.0	0.0	0.0	0.0
16	Totora Pampa	80.0	14.9	5.1	0.0	0.0	0.0
17	Yocalla	75.0	20.0	2.5	1.3	0.0	1.3
18	El Molino	45.0	50.0	5.0	0.0	0.0	0.0
19	Aroifilla	79.5	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0
20	Tambo Pampa	74.0	20.0	0.0	6.0	0.0	0.0
21	Miraflores	70.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	Mondragón	7.2	71.4	0.0	21.4	0.0	0.0
23	Sulicari	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
24	Palta	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
25	Juicuni	0.0	0.0	24.0	76.0	0.0	0.0
26	Capilla Roserio	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
27	Tacuara	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
28	Talula	0.0	0.0	20.0	80.0	0.0	0.0
	Riverside Average	40.2	24.2	7.6	22.4	0.3	5.3
	Listed Average	38.0	20.2	11.0	20.7	6.7	3.4



Community of Riverside



Community more than 1 km far from riverside

Continue

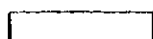
Prefecture of Potosí, Province Cornelio Saavedra

N°	地区	上水システム		上水システム無し			
		家庭向け	共同向け	河川水	泉	井戸	他
29	Ancorna	0.0	0.0	0.0	57.0	43.0	0.0
30	Huerta Khasa	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
31	Kholu	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
32	Oyora	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
33	Chalama	0.0	0.0	5.0	95.0	0.0	0.0
34	Aczulipampa	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
35	Quebrada	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
36	Km. 127	33.0	40.0	0.0	27.0	0.0	0.0
37	San Antonio	0.0	22.9	0.0	77.1	0.0	0.0
38	Viña Pampa	60.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Riverside Average	9.3	10.3	10.5	65.6	4.3	0.0

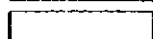
Prefecture of Chuquisaca, Province Oropeza

N°	地区	上水システム		上水システム無し			
		家庭向け	共同向け	河川水	泉	井戸	他
39	Talua	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	Tasa Pampa	0.0	90.4	0.0	9.6	0.0	0.0
41	Tuero	11.0	86.0	0.0	3.0	0.0	0.0
42	Puente Mendez	18.0	68.0	0.0	14.0	0.0	0.0
	Riverside Average	7.3	86.1	0.0	6.7	0.0	0.0

	Riverside Average	18.9	40.2	6.0	31.6	1.5	1.8
	Listed Average	18.2	38.9	7.2	31.0	3.7	1.1



Community of Riverside



Community more than 1 km far from riverside

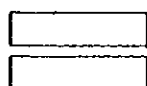
表 4-3-5

調査対象地域の住民の病気に関する調査

Prefecture Potosí, Province Tomás Frías

(調査時点での患者数を人口%で表示)

№	地区	赤痢		胃腸カタル		注
		症例数	%	症例数	%	
1	San Juan	1773	31%	2345	41%	
2	San Cristóbal	580	11%	1741	33%	
3	San Pedro	2019	27%	3066	41%	
4	San Benito	2817	30%	2911	31%	
5	Cantamarca	1026	15%	2188	32%	
6	Jesus Valle	0	0.0%	0	0.0%	
7	Cebadillas	0	0.0%	0	0.0%	
8	Agua Dulce	0	0.0%	0	0.0%	
9	Secc. Jaya Mayu	0	0.0%	0	0.0%	Recently river is contaminated
10	San Antonio	0	0.0%	0	0.0%	
11	La Puerta	8	7.8%	0	0.0%	
12	La Palca	0	0.0%	0	0.0%	
13	Santa Lucía	0	0.0%	0	0.0%	
14	Cayara	0	0.0%	0	0.0%	
15	Totorá	0	0.0%	0	0.0%	
16	Totorá Pampa	0	0.0%	0	0.0%	
17	Yocalla	0	0.0%	0	0.0%	
18	El Moño	0	0.0%	0	0.0%	
19	Aroifilla	5	3.0%	0	0.0%	
20	Tambo Pampa	5	2.3%	0	0.0%	
21	Miraflores	0	0.0%	0	0.0%	
22	Mondragón	12	20.0%	10	16.7%	Diarrhoea by occasional consumption
23	Sullcarí	15	17.4%	10	11.6%	
24	Palca	0	0.0%	no data		Diarrhoea by occasional consumption
25	Juicuni	16	14.8%	0	0.0%	
26	Capilla Rosario	0	0.0%	0	0.0%	
27	Tacuara	2	2.9%	0	0.0%	
28	Talula	5	0.7%	no data		
	Average riverside	8278	10.1%	12271	11.5%	
	Average listed	8283	6.5%	12271	7.4%	



Community of riverside

Community more than 1 km far from river

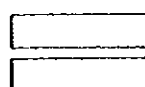
Prefecture of Potosí, Province Cornelio Saavedra

No.	地区	皮膚炎		胃腸カタル		注
		症例数	%	症例数	%	
29	Ancoma	0	0.0%	0	0.0%	
30	Huerta Khasa	no data		no data		
31	Kholu	0	0.0%	0	0.0%	
32	Oyora	0	0.0%	0	0.0%	
33	Chalama	0	0.0%	0	0.0%	
34	Aczulipampa	20	13.7%	0	0.0%	
35	Quebrada	4	23.5%	no data		
36	Km. 127	35	27.1%	15	11.6%	Diarrhoea by river water drink
37	San Antonio	48	23.3%	20	9.7%	Diarrhoea by river water drink
38	Viña Pampa	20	9.3%	no data		Diarrhoea by river water drink
	Avaerage riverside	127	9.7%	35	2.1%	

Prefecture of Chuquisaca, Province Oropeza

No.	地区	皮膚炎		胃腸カタル		注
		症例数	%	症例数	%	
39	Talufa	22	13.5%	no data		Diarrhoea by river water drink
40	Tasa Pampa	0	0.0%	0	0.0%	Diarrhoea by river water drink
41	Tuero	25	16.6%	24	15.9%	Diarrhoea by river water drink
42	Puente Mendez	15	15.8%	8	8.4%	Diarrhoea by river water drink
	Avaerage riverside	62	11.5%	0	6.1%	

	Avaerage riverside	8467	10.4%	12306	6.6%	
	Average listed	8472	9.2%	12306	5.2%	



Community of riverside

Community more than 1 km far from river

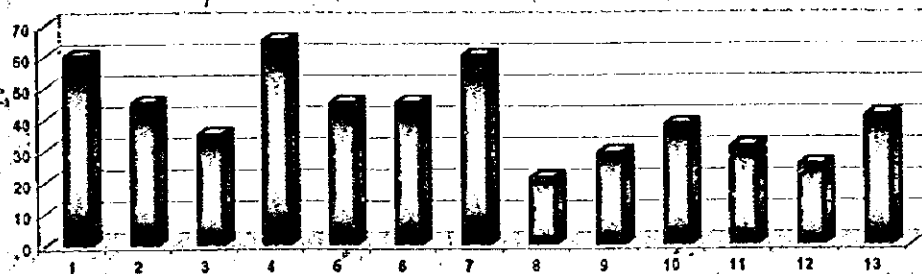
表 4-3-6

調査対象市街地区住民の病気の種類 (調査時点での患者数の割合を%で表示)

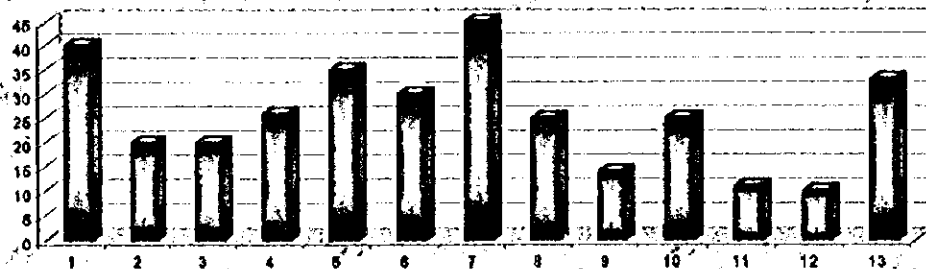
No	病名	説明
1	肩痛	Headache due to absorption of dust and offensive smell during operation of ingenios.
2	胃炎	Effect to the digestive organ due to absorption of dust originated from the waste of ingenios.
3	塵肺症	Effect to the digestive organ due to absorption of soil of river which keeps the offensive materials of the contaminated water.
4	咽喉炎	Effect to the throat due to absorption of dust originated from the waste of ingenios.
5	咽喉炎	Effect to the throat due to absorption of dust of copper sulfat or salt sulfat of road and houses.
6	結膜炎	Effect to the eyes due to absorption of dust of copper sulfat or salt sulfat.
7	結膜炎	Effect to the eyes due to absorption of dust during operation of ingenios.
8	皮膚炎	Effect to the skin due to the contamination of metal.
9	皮膚炎	Effect to the skin due to the contact with contaminated refuse.
10	皮膚炎	Effect to the skin due to the contact with soil contaminated by copper or salt sulfat.
11	皮膚炎	Effect to the skin due to the contact with contaminated water.
12	皮膚炎	Effect to the skin due to the contact with city water drainage.
13	胃腸炎	Diarrhea

No	地区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	San Juan	60	45	35	65	45	45	60	21	29	38	31	25	41
2	San Cristóbal	40	20	20	26	35	30	45	25	14	25	11	10	33
3	San Pedro	54	23	35	43	40	47	35	15	25	37	27	22	41
4	San Benito	43	47	27	57	59	61	53	30	19	33	30	17	31
5	Cantumarca	10	25	20	45	-	-	55	-	20	-	10	-	35

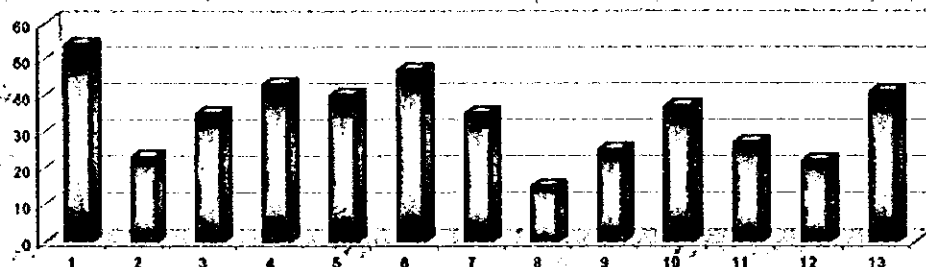
San Juan



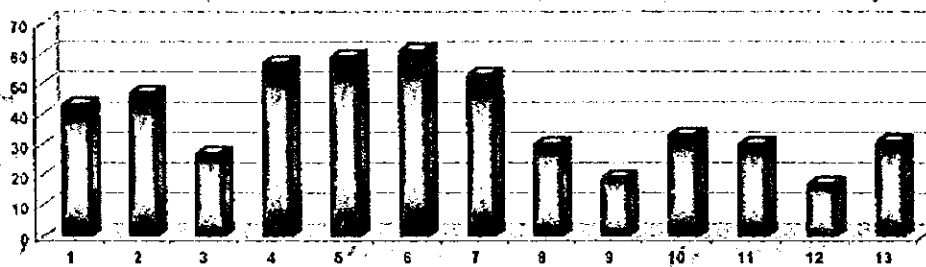
San Cristóbal



San Pedro



San Benito



Cantumarca

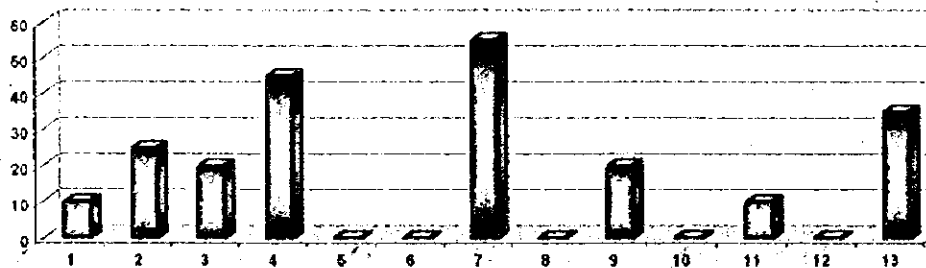
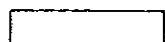


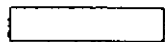
表 4-3-7 調査対象地域の農耕地の被害状況と其の面積

Prefecture of Potosí, Provice Tomás Frías

No.	地域	農産物生産額 (t/ha)					
		小麦	大麦	トウモロコシ	豆	ジャガイモ	リンゴ
1	San Juan	0	0	0	0	0	0
2	San Cristóbal	0	0	0	0	0	0
3	San Pedro	0	0	0	0	0	0
4	San Benito	0	0	0	0	0	0
5	Cantumarca	0	0	0	0	0	0
6	Jesus Valle	0	0	0	0	0	0
7	Cebadillas	0	0	0	0	0	0
8	Agua Dulce	0	0	0	0	0	0
9	Secc. Jaya Mayu	2 (c,e)	0	1 (c,e)	0	0	0
10	San Antonio	6 (c,e)	11 (a,b,c)	6 (c,e)	5 (c)	0	0
11	La Puerta	0	0	0	0	0	0
12	La Palca	0	0	0	0	0	0
13	Santa Lucia	0	0	0	0	0	0
14	Cayara	0	0	0	0	0	0
15	Totora D	0	0	0	0	0	0
16	Totora Pampa	0	0	0	0	0	0
17	Yocalla	0	0	0	0	0	0
18	El Molino	0	0	0	0	0	0
19	Aroifilla	0	5 (a,c)	0	0	0	0
20	Tambo Pampa	0	0	0	0	0	0
21	Miraflores	0	0	0	0	0	0
22	Mondragón	0	3 (a,b,c)	2 (c,d,e)	0	5	0
23	Sullcari	1,5 (e)	1 (a)	5 (c,d,e)	0	7 (d)	0,5 (c)
24	Palika	0	0	0	0	0	0
25	Juicuni	0	0	1 (e)	0,5 (c)	0,5 (d)	0
26	Capilla Rosario	0	0	0	0	0	0
27	Tacuara	0	0	0	0	0	0
28	Talufa	0	0	0	0	0	0
	Sub total riverside	7.5	20.0	14.0	5.5	7.5	0.5
	Sub total listed	9.5	10.0	15.0	5.5	7.5	0.5



Community of riverside



Community more than 1 km far from riverside

- (a) 発芽後の萎縮黄変化
- (b) 葉と茎の壊死
- (c) 生産量の減少
- (d) 植物の矮小化
- (e) 幼、小根の未発達
- (f) 低い発芽率

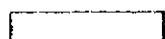
Prefecture of Potosí, Pvrovince Comelio Saavedra

No.	Community	Production (t/ha)					
		Wheat	Barley	Maize	Beans	Peas	Total
29	Ancoma	0	0	0	0	0	0
30	Huerta Khasa	0	0	0	0	0	0
31	Kholu	0	0	0	0	0	0
32	Oyora	0	0	0	0	0	0
33	Chalama	0	0	0	0	0	0
34	Aczulipampa	0	0	0	0	0	0
35	Quebrada	0	0	0	0	0	0
36	Km. 127	0	0	0	0	2 (d)	5 (c,f)
37	San Antonio	0	0	0	0	2 (d,f)	6 (a,c,f)
38	Viña Pampa	0	2 (a)	0	0	3 (d,f)	5 (c,f)
	Sub total rivera	0	2	0	0	7	16

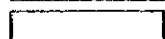
Prefecture of Chuquisaca, Provincia Oropeza

No.	Community	Production (t/ha)					
		Wheat	Barley	Maize	Beans	Peas	Total
39	Tabula	0,5 (e)	0	0	0	1,5 (d)	3 (a,c,f)
40	Tasa Pampa	0	0	0	0	0	0
41	Tuero	0	0	0	0	2 (d)	30 (a,c,f)
42	Puente Mendez	0	0,2 (a,c)	0,1 (c)	0	0,7 (d)	4 (a,c,f)
	Sub total rivera	0.5	0.2	0.1	0.0	4.2	37.0

Sub total riverside	8.0	22.2	14.1	5.5	18.7	53.5
Sub total listed	10.0	12.2	15.1	5.5	18.7	53.5



Community of riverside



Community more than 1 km far from riverside

- (a) 発芽後の萎縮黄色化
- (b) 葉と茎の壊死
- (c) 生産量の減少
- (d) 植物の矮小化
- (e) 幼、小根の未発達
- (f) 低い発芽率

表 4-3-8

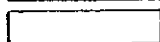
調査対象地域の牧畜面積

Prefecture of Potosí, Province Tomás Frías

N°	地区	牧畜面積(Ha)
		Hectares
1	San Juan	0
2	San Cristóbal	0
3	San Pedro	0
4	San Benito	0
5	Cantumarca	0
6	Jesus Valle	120
7	Cebadillas	115
8	Agua Dulce	67
9	Seco. Jaya Mayu	25
10	San Antonio	224
11	La Puerta	50
12	La Palca	300
13	Santa Lucía	291
14	Cayara	320
15	Totora D	177
16	Totora Pampa	158
17	Yocalla	157
18	El Molino	164
19	Aroifila	130
20	Tambo Pampa	160
21	Miraflores	15
22	Mondragón	80
23	Sulcari	90
24	Palka	45
25	Juicuni	95
26	Capilla Rosario	125
27	Tacuara	78
28	Talula	200
	Sub total riverside	1 556
	Sub total listed	3 186



Community of riverside



Community more than 1km far from riverside

Continue

Prefecture of Potosí, Province Comelio Saavedra

N°	地区	牧畜面積(Ha)
		Hectares
29	Ancoma	80
30	Huerta Khasa	15
31	Kholu	20
32	Oyora	60
33	Chalama	80
34	Aczulipampa	135
35	Quebrada	50
36	Km. 127	130
37	San Antonlo	110
38	Viña Pampa	120
	Sub total rivera	800

Prefecture of Chuquisaca, Province Oropeza

N°	地区	牧畜面積(Ha)
		Hectares
39	Talufa	200
40	Tasa Pampa	60
41	Tuero	110
42	Puente Mendez	23
	Sub total rivera	393

	Sub total riverside	2 749
	Sub total listed	4 379

Community of riverside

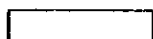
Community more than 1km far from riverside

表 4-3-9

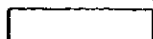
調査対象地域の牧畜の病気の種類と、死亡率
(牧畜数の % で表示)

Department of Potosí, Province Tomás Frías

№	地区	グループ	病	病	病	病	
1	San Juan		0	0	0	0	
2	San Cristóbal		0	0	0	0	
3	San Pedro		0	0	0	0	
4	San Benito		0	0	0	0	
5	Cantumarca		0	0	0	0	
6	Jesus Valle		0	0	0	0	Clean Water
7	Cebadillas		0	0	0	0	Clean Water
8	Agua Dulce		0	0	0	0	Clean Water
9	Secc. Jaya Mayu		0	0	0	0	
10	San Antonio		0	0	0	0	
11	La Puerta	1	0	0	20	0	Cross river/Drink water
12	La Palca	1	0	0	20	0	
13	Santa Lucia		0	0	0	0	Clean Water
14	Cayara		0	0	0	0	Clean Water
15	Tolora D		0	0	0	0	Clean Water
16	Tolora Pampa		0	0	0	0	Clean Water
17	Yocalla		0	0	0	0	
18	El Molino		0	10	0	0	Drink water
19	Aroifila	1	0	5	0	0	Drink water
20	Tambo Pampa	1	0	15	10	0	Drink water
21	Miraflores		0	0	5	0	Cross river
22	Mondragón	2	0	40	0	7	Cross river/Drink water
23	Sulloari	2	0	10	0	4	Drink water
24	Palka		0	0	0	0	No effect
25	Juicuni	2	0	8	0	0	Drink water
26	Capilla Rosario	2	0	20	0	0	Drink water
27	Tacuara	2	0	25	6	0	Cruzan el río / beben agua
28	Talula		0	0	0	0	No effect
	Average riverside		0	7	3	1	
	Arverate listed		0	5	2	0	



Community of riverside



Community more than 1 km far from riverside

Continue

Prefecture of Potosí, Province Comelio Saavedra

No.	Community	Population	Population	Population	Population	Population	Effect
29	Ancoma	2	0	40	0	0	Drink water
30	Huerta Khasa	2	0	50	0	0	Drink water
31	Kholu	2	0	50	0	0	Drink water
32	Oyora		0	0	0	0	No effect
33	Chalama		0	0	0	0	
34	Aczulipampa	3	0	10	0	20	Drink water
35	Quebrada		0	0	0	0	
36	Km. 127	3	0	35	0	60	Drink water
37	San Antonio	3	0	50	20	30	Drink water
38	Viña Pampa	3	0	30	0	30	Beben agua
	Promedio rivera		0	27	2	14	

Prefecture of Chuquisaca, Province Oropeza

No.	Community	Population	Population	Population	Population	Population	Effect
39	Talula	3	0	30	0	0	Drink water
40	Tasa Pampa	3	0	20	0	0	Drink water
41	Tuero	3	1	50	0	50	Drink water
42	Puente Mendez	3	0	100	0	40	Drink water
	Average riverside		0	50	0	23	

	Average riverside		0	28	2	12	
	Average riverside		0	27	1	12	

Community of riverside

Community more than 1 km far from riverside

表 4-3-10

環境被害マトリックス

種類	原因	汚染物質	人	農業	報告状況	漁業	林業	社会生活
鉱業関連事項								
Water								
	Mining Activities Drainage	Heavy Metal, Arsenic, etc	Diarrhea, Stomach Ache, Increment of Heavy Metal in Blood	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	No Recreation at River Side
	Waste Rock Drainage	Heavy Metal, Arsenic, etc	Diarrhea, Stomach Ache, Increment of Heavy Metal in Blood	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	No Recreation at River Side
	Beneficiation Plant Drainage	Heavy Metal, Arsenic, Chemical, etc		Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	No Recreation at River Side
Air								
	Mining Site Activities, Drilling, etc	Dust	Asthma					Less Productivity
	Beneficiation Plant Activities, Grinding, etc	Dust	Asthma, Nose and Throat Pain					Less Productivity, No Adequacy for Housing
Soil								
	Mining Activities, Drainage, Solid Waste	Heavy Metal, Arsenic, etc		Less Productivity				
	Beneficiation Plant Activities, Drainage, Solid Waste	Heavy Metal, Arsenic, Chemical, etc		Less Productivity				No Adequacy for Housing
Noise & Vibration								
	Mining Site Facilities	Noise & Vibration by Rotating Machine	Deaf, Numbness					
	Beneficiation Plant Facilities	Noise & Vibration by Rotating Machine	Deaf, Numbness					No Adequacy for Housing
Solid Waste								
	Selection of Rock and Beneficiation Process	Waste Rock and Drained Waste Solid	Asthma, Nose and Throat Pain		Land Occupation			
		Waste Rock: 1,450t/day						
		Drained Waste Solid: 1,300t/day						
Stink								
	Beneficiation Plant Activities	Chemical Materials	Nose and Throat Pain					No Adequacy for Housing
鉱業以外に原因の有るもの								
Water								
	Humankind Used Water	No Treatment Facilities for 100liters/sec (8,640t/day) for City	Diarrhea, Stomach Ache, Increment of Heavy Metal in Blood					
	Industries Used Water (Including Beneficiation Plant)	No Treatment Facilities for 50liters/sec (4,320t/day) for City	Diarrhea, Stomach Ache, Increment of Heavy Metal in Blood	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	No Recreation at River Side
	Hospital Used Water	No Treatment Facilities for Possible Contamination	Diarrhea, Other Possible Contamination	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	Less Productivity	No Recreation at River Side
Air								
	Automobile	No lead gasoline but dust and diesel oil gas	Asthma, Nose and Throat Pain					Less Productivity
	Exhaust from Industries and Home Furnace	Diesel oil gas exhaust but no coal fume	Asthma, Nose and Throat Pain					Less Productivity
Soil								
	Agricultural Chemicals for Insect Prevention	Chemical Materials	Diarrhea, Stomach Ache, Increment of Heavy Metal in Blood	Less Productivity	Less Productivity			
Noise								
	Automobile	Crowded Transport	Deaf, Numbness					
Land Subside								
	Underground Water Usage		Asthma, Nose and Throat Pain					
Solid Waste								
	Family Origin Solid Waste	18,000t/year for all Potosi with 120,000 population (about 0.5kg/day Person)	Asthma, Nose and Throat Pain		Land Occupation			

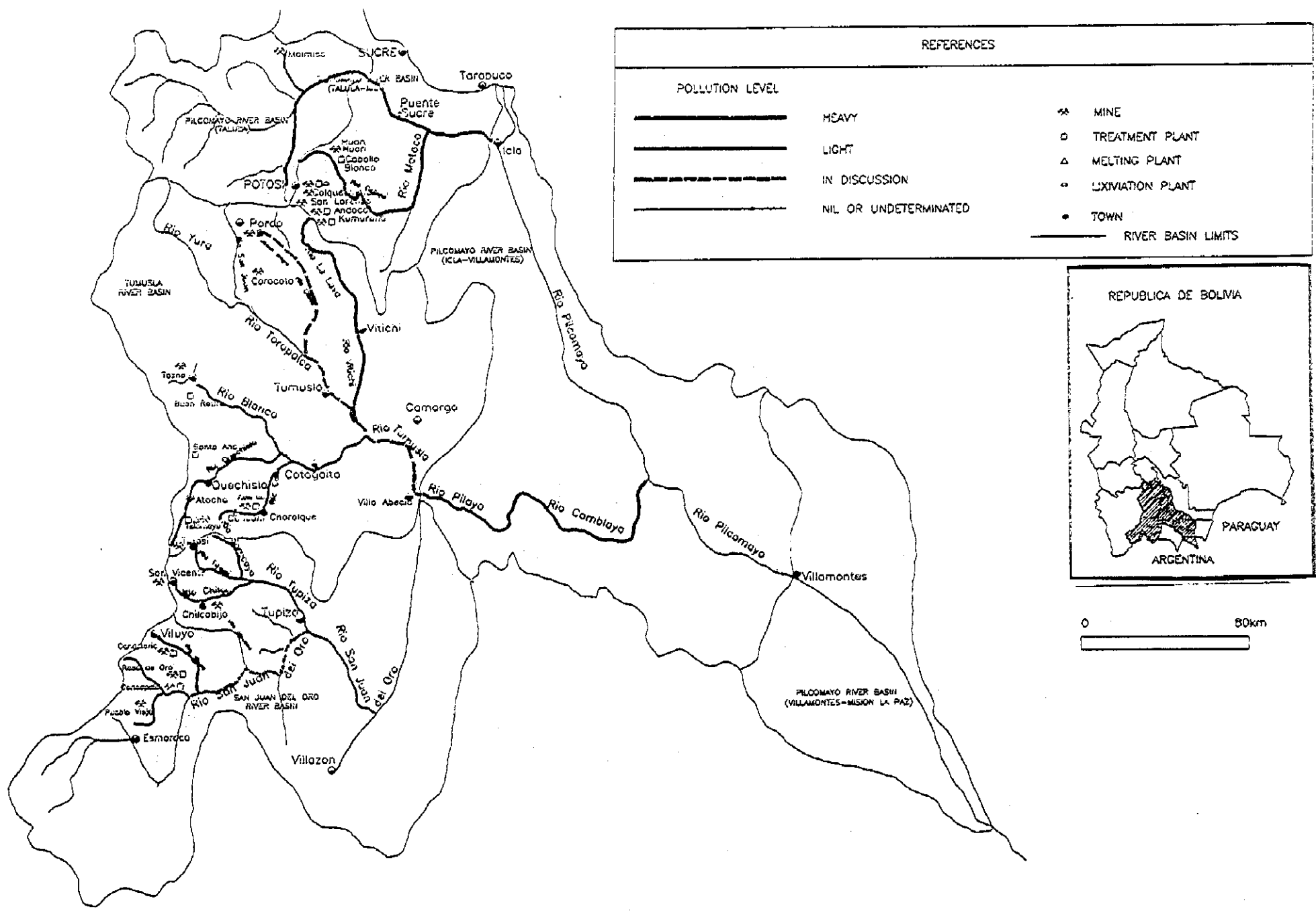


図 4-3-1 ビルコマヨ川及び汚染情報と鉱山の位置

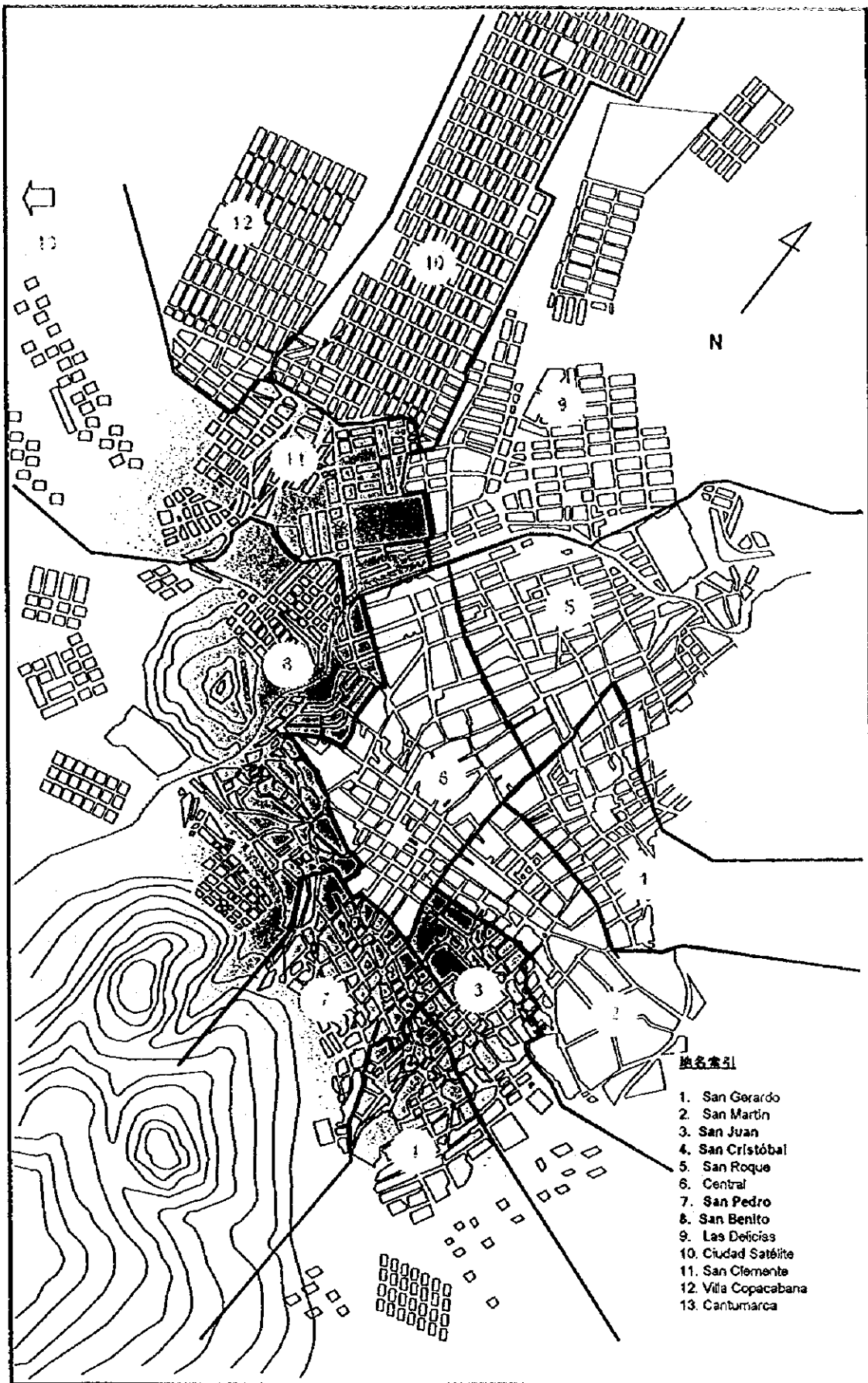


图4-3-2 调查对象市街地