

総 合 報 告 書

ブラジル鉱物資源開発技術協力事業

(鉱 害 防 止 部 門)

期 限

自 昭 和 5 3 年 1 0 月 1 1 日

至 昭 和 5 5 年 1 0 月 1 0 日
(2 ヶ 年 間)

昭 和 5 5 年 1 0 月 1 0 日

J I C A 派 遣 専 門 家

中 尾 正 英

目 次

1. 序	157
2. 業 務 内 容	157
2-(1) 日本人専門家の職務分担	157
2-(2) 鉱山動力省(MME)の組織	157
2-(3) DNPMの組織	158
3. ブラジルにおける公(鉱)害問題の概要	159
4. ブラジルの環境取締りについての法令	160
4-(1) ブラジル連邦共和国憲法から	160
4-(2) 民法から	161
4-(3) 刑法から	161
4-(4) 大統領令第1,413号	161
4-(5) 行政令第76,389号	162
4-(6) 行政令第73,030号	163
4-(7) 行政令第50,877号	164
4-(8) 行政令第81,107号	165
4-(9) 鉱業法	165
4-00 省令第003号	166
4-01 省令第0,013号	166
4-02 省令第0,231号	168
4-03 省令第053号	169
4-04 省令第100号	169
4-05 省令第092号	169
4-06 州法令、州政令施行令、市条令について	169
5. 業 務 活 動	169
5-(1) 第2回探査技術セミナーで講演発表	169
5-(2) リオ・グランデ・ノルチ州南部のクングステン鉱山調査	171

5-(3)	大サンパウロ地区鉱害状況調査	173
5-(4)	バイア州、ボキータ鉱山、サンタ・アマロ鉛製錬所及びカライバ鉱山調査	176
5-(5)	ミナス・ゼライス州モホ・アグード鉱山及びバサンチ鉱山調査	184
5-(6)	サンタ・カタリーナ州螢石鉱山調査	187
5-(7)	ミナス・ゼライス州鉱害状況調査	188
5-(8)	リオ・グランデ・スル州カマクワン鉱山調査	192
5-(9)	其 の 他	195
6.	DNPMにおける公(鉱)害対策の今後の計画	196
7.	結 言	196

1. 序

プロジェクト「ブラジル連邦共和国鉱物資源開発」のためJICAよりブラジル鉱山動力省 (Ministério das Minas e Energia - 略称MME) 管轄の鉱山局 (Desenvolvimento Nacional da Produção Mineral - 略称DNPM) へ派遣され、同局の鉱物生産振興部 (Div de Fomento de Produção Mineral - 略称DFPM) にて、任期昭和53年10月12日より、昭和55年10月8日の間、2ケ年間職務に従事しましたのでその間の業務結果について報告します。

2. 業務内容

業務は日本サイドではプロジェクトという形式をとっているが、ブラジル側では全般的な技術援助と解釈しているらしく、DFPM部長の技術顧問 (Assessor Técnico) ということで、その都度命令によって職務に従事した。業務範囲は公(鉱)害防止担当であったが特定のカウンターパートは配属されなかった。

業務内容は主として鉱山の現況調査であり、特に鉱害問題のある地方とか鉱山の鉱害防止対策に集中して従事することはなかった。

2-① 日本人専門家の職務分担

DFPMには下記4名の日本人専門家が配属された。

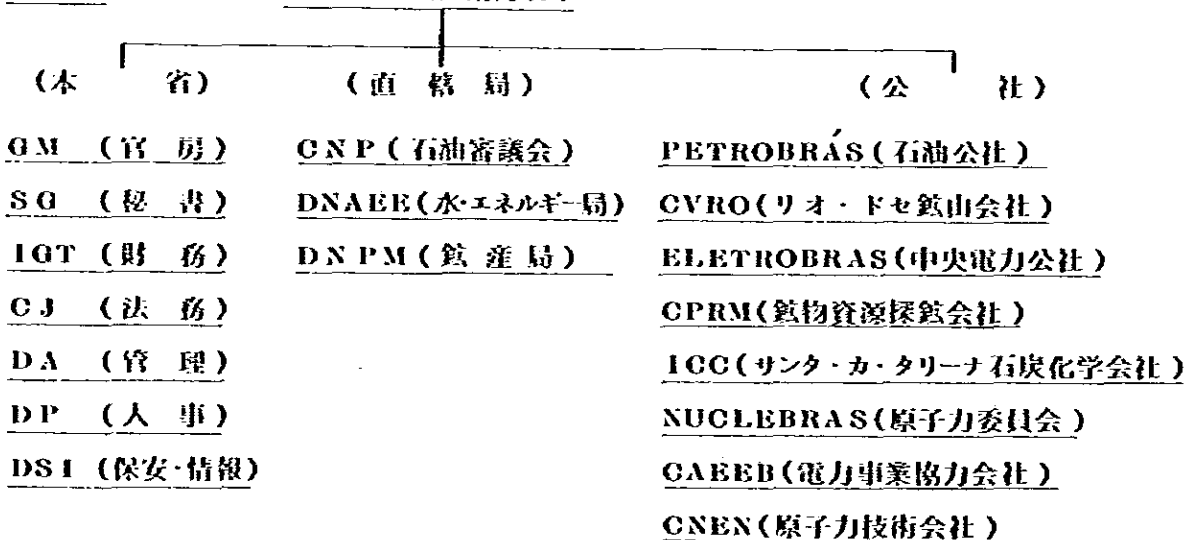
白井美夫 (専門 選 鉱) 寺津陽次 (専門 地 質)
西村俊雄 (専門 採 鉱) 中尾正英 (専門 鉱害防止)

職務の遂行は一人で行動することは極めて稀で、ほとんどの場合グループとして調査活動を行った。

2-② 鉱山動力省 (MME) の組織

(図1)

MME (鉱山動力省)



鉱山動力省大臣 (1979年3月まで) Shigeaki Ueki

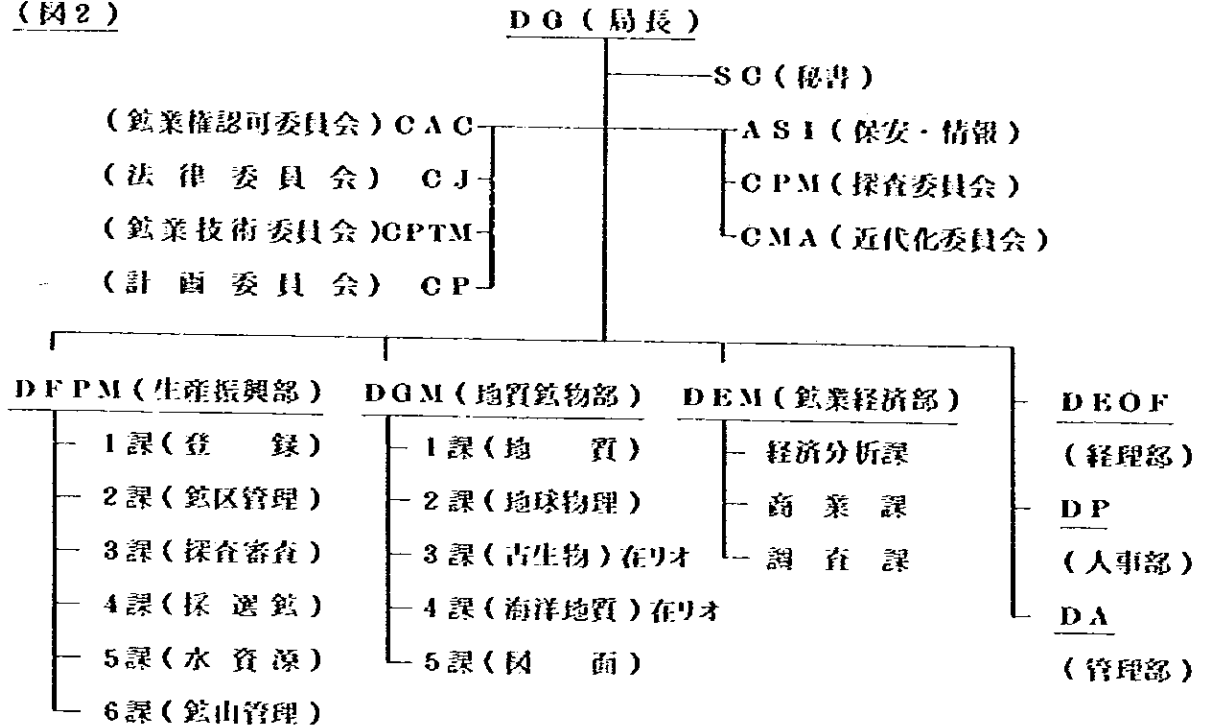
鉱山動力省大臣 (1979年4月より) César Carlos

DNPM 局長 (1979年3月まで) Acyr Ávila da Luz

〃 (1979年4月より) Yuan Barreto de Carvalho
(前 CPRM 社長)

2-(3) DNPMの組織

(図2)



DFPM部長: Manoel da Redenção e Silva

尚DNPMには下部組織として次の9ヶ所の支所がある。

(表1)

第	支所	所在地	州名	
1	支所	ボルト アレグレ	リオ・グランデ・ドスル	
2	支所	サンパウロ	サンパウロ	
3	支所	ペロ ホリゾンテ	ミナス ゼライス	
4	支所	レシーヘ	ペルナンブコ	
5	支所	ベレン	パラ	
6	支所	ゴイアニア	ゴイアス	
7	支所	サルバドール	バイア	
8	支所	マナウス	アマゾナス	
9	支所	リオ・デ・ジャネイロ	リオ・デ・ジャネイロ	

3. ブラジルにおける公(鉱)害問題の概要

最近ブラジルでは公(鉱)害問題を新聞・テレビなどに取上げるケースが増えており、全般的に公(鉱)害に対する関心は深まってきている。

公害に対する苦情は特に大都市周辺の生活環境の悪化によるものが多く、これらは隣接鉱工業地帯からの排ガス・排水・騒音・振動・悪臭などによるもの、生活廃水によるもの、或は自動車などの交通機関による排ガス・騒音、振動・粉塵などが組合され複合公害となっている。一方地方や農村地帯では農業や使用肥料の影響や樹木伐採などによる土地の荒廃化や鉱山、建築材の採掘跡の放置による自然破壊なども問題になっている。

更にアマゾン地区総合開発問題やカラジャス鉱山の開発などはブラジルのみならず世界的見地からもその大規模な公害対策について色々と議論がなされている。

ブラジルで鉱害について問題になっている地域を示すと大体次のようである。

(表2)

鉱種	鉱害の原因	鉱害の状況	州名	地方名
石炭	ズリ及び洗炭廃水。坑内水、自然発火。含有黄鉄鉱の酸化による水の酸性化	ズリの堆積による荒廃、剥土、汚染水の排出(Tubarão河流域の汚染)	St. Catarina	Siderópolis
鉄鉱	剥土の流失、選鉱廃水。	Paraopeba河及びDas Velho河のSSによる汚濁	Minas Gerais	Brumadinho Itabirito Ouro Preto Congonhas
黒鉛(石墨)	選鉱廃水	SSによる流域全体の汚濁	Minas Gerais	Itapecorica
金	青化製錬廃液(高HP. シアンSS)	Das Velhas河の汚染	Minas Gerais	Nova Lima
石灰	セメント用石灰工場よりの廃水、粉塵	Capanema河及びUrucuri河の汚濁	Pará	Capanema
マンガン	選鉱廃液及び採掘土砂の流失	Ampbri河及びAraguari河流域全体の汚濁	Anapa	Sorro de Navio
砂利砂	砂利水洗廃水の放流採掘跡の放置	São Paulo州内の地域全体の汚濁	São Paulo	São Paulo

鉱業法には鉱山の鉱害対策について第47条に

Ⅷ. 採掘により、直接あるいは間接的に第三者に与える損失または損害に対し責任をとること。

XI. 採鉱もしくは選鉱、製錬作業による空気または水の汚染を避けること。

とあるが具体的な数値規制までに至っていない。このため鉱山における鉱害対策はまちまちである。選鉱廃滓をそのまま河へ放流している鉱山は比較的歴史の古い旧式の工場や規模の小さい工場に多く、ダムを設置して堆積場を作り選鉱廃滓や汚濁水を放流していない工場は新しい設備の大工場に多い。特に水に不足し、水を循環使用する必要のある鉱山ほど排水管理を充分に行っている。ただ採掘跡や表土・廃石捨場の微粒子が降雨時期に場外排水として流失するのを防ぐため谷間にダムを新設するか、色々の工夫がなされているがまだ充分の効果をおいていない。

ブラジルの土壌は酸化鉄が多く又微粒子であることから全般的に河川は赤褐色に汚濁し、天然の汚濁か人工的な汚濁か区別し難いことも鉱山が鉱害対策に力を入れない一つの理由であろうが又一方では今まで同じことをやって来たのに問題はなかったとか、自分の所だけやっても大した効果はないという気持ちが強いようで、まだ公害対策費は無駄な投資であると考えている傾向にある。

ブラジルの新聞は公害対策が一向に進まぬことに「大国ブラジルでは公害の罰金の支払能力のある企業しか生き残れない」と皮肉めいた批判をしている。

実際ブラジルにおける公害対策は日本と比べ環境の違いはあれ（土地面積：日本の23倍、人口：日本とほぼ同じであるが都市に集中、自治権：ブラジルの州にはかなりの自治権が認められ公害対策も州によって著しく差がある、など）まだまだ経済優先であり、法律的には内務省環境特別局（SEMMA）に地方別を基礎として全国に規則や諸基準が一応設けられているが、これを管理する環境特別局や各州の担当者は組織的に充分でなく、内陸奥地にある鉱山の鉱害問題まで目にとどかぬのが現状のようである。

一言に言えば「ブラジルの公害対策は未然防止でなく『出てきたものを取締る』しかもそれは罰金によって行う」という日本の鉱害対策の初期の状態に良く似ていると言えよう。

4. ブラジルの環境取締りについての法令

ブラジルには日本のような公害対策基本法、大気汚染防止法、水質汚濁防止法など一連の法律体系ができ上っておらず、大統領令を中心に省令或は州条令で補足して環境取締りを行っている。

次に環境取締りに関係ある法令を抜粋してみる。

4-1(1) ブラジル連邦共和国憲法から

ア. 第8条8項及び17項

連邦政府は国家安全、政治、社会秩序または連邦政府の財産、役務、利害に対する刑事法違反ならびに州間にまたがる違反について連邦警察で取締る。

又、予算支出、管財および公共的性格の財務法、保険および社会福祉、保健、刑務の各一般制度の立法を行う。

イ. 第13条

各州は州憲法および州条令によって組織され運営される。ただし、連邦共和国憲法の原則は充分尊重するものとする。

4-(2) 民法から

ア. 第584条

以前より存在している他人の井戸又は泉水を通常の使用に耐えなくするほど汚染もしくは不可能とするような構造物を設けてはならない。

4-(3) 刑法から

ア. 第271条

共同使用または個人使用の飲料水を腐敗あるいは汚染し、消費に不適ならしめるか、健康に有害なる水とする者は

刑罰：懲役2年から5年まで

犯罪が過失による場合は2ヶ月から6ヶ月の禁錮刑

4-(4) 大統領令1,413号（1975年8月14日）

『産業活動によりひき起こされる環境汚染に対する取替り法』

ア. 第1条

国内に既存の工場または建設される工場は、公害により迷惑や被害を与えること、および環境汚染を回避または改善するための必要措置を講ずる義務がある。

単項：本条でいう「措置」は公衆の福祉、保健ならびに安全問題など担当の連邦各当局によって定義される。

イ. 第2条

開発および国家安全のための高度利害関係を帯びる産業設備において前1条に違反する場合の操業停止決定またはその解除は連邦政府のみが行い得る権限を有す。

ウ. 第3条

防止政策の線において租税特別措置供与政府機関は、工業立地にあたりすでに危機状態にある地域をそれ以上深刻化させない必要を常に考慮しなければならない。

エ. 第4条

危機地区においては地区制を採用し、これをもって既存の状態をふくめ重大であれば適切な新立地を設け、また一般向けは公害防止機器や装置の整備に関し適当なる期間を設ける。

単項：適応への必要のため政府は異なる水準をもつことを許可する。この中には公害防止機器や装置の購入に対するファイナンスを含む。

オ. 第5条

以上の諸条に列記する規定を尊重し、各州および各市はそれぞれの所管において第1条単

項に見る措置の線にそい産業活動の条件を設定してよい。

4-(5) 行政令第76.389号 (1975年10月3日)

大統領令第1.413号(1975年8月14日)に扱われる産業公害取締防止措置に関する施行規則

ア. 第1条

本令で「産業公害」とは形態を問わないエネルギーまたは固体、ガス体物質をもって環境の物理的、化学的、生物的、各状態の変化をもたらし、又産業廃棄物の量により混合や化合により次のように直接または間接的影響をおよぼすものを指す。

(ア) 公衆の健康、安全、福祉をおびやかすもの。

(イ) 経済および社会的活動に対し障害となる条件をつくるもの。

(ウ) 動物、植物およびその他の自然資源に著しい被害を与えるもの。

イ. 第2条

租税特別措置供与政府機関とともにCDI(工業開発審議会)、SUDENG(東北伯開発庁)、SUDAM(アマゾン開発庁)および官営銀行などはプロジェクト分析において産業公害防止政策を多角面から強化する配慮を明文化し、もって工業立地面、製造工程製法の選択取替りまたは公害防止方法の各面からプロジェクトを承認するものとし、よって危機状態にある地帯の一層の悪化を防止する。

ウ. 第3条

内務省環境特別局(Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA)はなるべく地方別を基礎として全国に規則や諸基準を設け、これをもって産業公害による被害影響の解消をはかる。

単 項：規則および諸基準の設定にあたっては、水、大気、土壌の自浄力を考慮するとともに、国の社会経済開発を不当に阻害しないよう配慮する。

エ. 第4条

州および市はそれぞれの所管において企業の操業開始条件を設定することができる。この場合連邦政府が設定した規則や諸基準を尊重のうえ防止や産業公害の改善に関する条件をふくむことができる。

単 項：政府の各行政機関の所掌事務においては、既存の状態に対し、指導と段階的改善の方針をもって必要な適応へ、又適切な時期を設け、場合によっては公共機関の支援をもって新たな工場立地を提供する。

オ. 第5条

迷惑や被害をおよぼさないよう必要措置をとることや義務を怠る者には、州および市の両法律による罰則を適用するほか次の諸罰則を適用する。

- （イ） 公権当局供与の租税特別措置制限
- （ロ） 政府諸ファイナンス供与の制限
- （ハ） 当該工業の稼働停止

単 項：前条例の罰則は連邦当局のみが適用し得る権限を有す。

カ. 第6条

「稼働停止」は内務省からの提案にもとずき大統領府が商工省からの意見や事情を聴取したうえ裁決するものとする。

単 項：内務省はSEMAの主導による提案ならびに州からの提案いずれも考慮する。但し、問題解決にすべての手段を講じ尽くし、また必ず技術的根拠を示していることを要す。

キ. 第7条

人間の生命に関し重大な、また切迫した危険のある場合、州知事、連邦府知事、連邦直轄領知事は産業公害軽減のための緊急措置を講ずることができる。

但し、産業設備の稼働停止又は解除は常に連邦当局のみがその権限を有することを尊重すること。

ク. 第8条

第二次国家開発プランにおいて危機地域と指定する所は次の通りである。

	(国)
（イ） 大サンパウロ都市圏	(SP)
（ロ） リオ・デ・ジャネイロ都市圏	(RJ)
（ハ） ペロ・ホリゾンテ都市圏	(MG)
（ニ） レシーヘ都市圏	(PE)
（ホ） サルバドル都市圏	(BA)
（ヘ） ボルト・アレグレ都市圏	(RS)
（ト） クリチバ都市圏	(PR)
（チ） クバトン地方	(SP)
（リ） グオルタ・レドンダ地方	(RJ)
（コ） チェテ河中流および下流地域	(SP)
（セ） パライバ・ド・スル河流域	(SP)(RJ)
（ソ） ジャクイー河流域およびグアイーバ河口附近	(RS)
（ダ） マルナンブコ河流域	(PE)

以上13ヶ所

4-(6) 行政令第73,030号(1973年10月30日)

内務省内に内務省環境特別局 (Secretaria Especial do Meio Ambiente — SEMA) の設置ならびにその措置

ア. 第 1 条 : 目的

SEMA は国家行政組織法にもとづく直接行政下の別個機関で環境保全および天然資源の合理的使用を目的とする。

イ. 第 4 条 : 権限

SEMA の権限は次に示す。

- ㊦ 環境転換の追跡, このため直接的計測および遠隔感知の両技術を用いて発生事象を追い環境改善への方向で行動し,
- ㊧ 天然資源の合理的開発を目的に他に環境保全問題担当の諸機関, 団体を補佐し,
- ㊨ 環境保全, ことに水資源に対し公衆福祉の確保ならびに社会経済開発を期す観点から諸規則や諸基準の作成を進め,
- ㊩ 設定する規則や諸基準の施行の場合, 取締りおよび監督に直接あたるか, それを業務とする特別機関に協力し,
- ㊪ 環境保全問題に関し, 名級技術者, 特殊技能者の養成および訓練をはかり,
- ㊫ 略奪的行為または公害により被害をうけている天然資源の回復を目的に, 公共団体または民間の金融を行っている機関において行動し,
- ㊬ 絶滅にひんしている動物および植物の保護特別機関に対し, また遺伝物質資源の保持に関し協力し,
- ㊭ 国家利害関係に関連する「公害要素および有害物質の表」を常に現実に即応せしめ,
- ㊮ 全国にわたる規模をもって環境保全を目的に適切な天然資源使用に関し, ブラジル国民を啓蒙するプログラムを強力に推進する。

ウ. 第 11 条 : 通則

SEMA は優先的に内務省執行機関ならびに他の者, 州, 市の執行機関を通じての協定, また次には私企業との契約をもって環境保全, ことに水質汚濁取締り, および天然資源の合理的使用のため, それらに関する研究調査取締り, 監督などの事業執行を目的に行動する。

4-(7) 行政令第 50,877 号 (1961 年 6 月 29 日)

国内内陸地の水, 海岸の水に対する有毒残留物または油性物質の排出についての規則及び措置。

ア. 第 1 条

家庭または工業設備からの液体, 固体, ガス体の諸残留物は受入集水の汚染とならない限りそのまま, あるいは処理後排水してよい。

イ. 第 3 条

「汚染」とは水の物理的、化学的、生物的いかなる変化を問わず、それが住民の健康、安全、福祉に被害を与え、なおかつ農業、工業、商業、レジャーにおける水使用を困難ならしめ、更に水棲動物の通常生存を脅やかすものを言う。

ウ. 第4条

汚染水とは次の基準にあてはまらないものを指す。

- (ア) 大腸菌指数はcd当り200以下、少くとも試料の5多以上に、それ以上の指数を認めてはならない。
- (イ) 月平均溶存酸素量は100万分の4以下であってはならない。また、1日平均が100万分の3以下であってはならない。
- (ロ) 月平均生物化学的酸素要求量(BOD)は20℃、5日間で100万分の5以上であってはならない。
- (ハ) 水素イオン指数(pH)は5以下かつ9 $\frac{1}{2}$ 以上であってはならない。

エ. 第7条

違反者に対する罰則は罰金5,000クルゼーロ、違反を重ねると初回の2倍額とする。

4-(8) 行政令第81,107号 (1977年12月2日)

ア. 第1条

工業によりひき起される公害防止のため、開発および国家安全のための高度利害関係を帯びる産業設備を次の通り指定する。(大統領令51413号 1条, 2条関連)

- (ア) 資本の一部又は全部が連邦共和国の財産又は政府投資によるもの。
- (イ) 連邦の公共的サービスを行うよう認可された機関
- (ロ) 次の産業活動を行うもの。

- | | | |
|-----------|---------------|---------|
| a. 軍関係の工業 | f. 運搬機械工業 | k. 農業工業 |
| b. 石油精製 | g. 繊維工業 | |
| c. 石油化学工業 | h. 大きな港湾の機械工業 | |
| d. セメント工業 | i. 非鉄金属工業 | |
| e. 製鉄工業 | j. 化学肥料工業 | |

4-(9) 鉱業法

ア. 第3条

単項：鉱産局(Departamento Nacional de Produção Mineral — DNPM)
は本法ならびに補足の法令を執行する権限を有する。

イ. 第47条

本法の一般条件のほかに採掘権者は、本法第5章に規定される不履行による罰則に従い次の義務を負うものとする。

- (カ) (8項), 採掘により直接あるいは間接的に第三者に与える損失または損害に対し責任をとること。
- (キ) (9項), 山元の住居の安全と衛生を促進すること。
- (ク) (10項), 水資源の浪費を避け, 近隣の不動産の損失または損害を及ぼす場合は排水すること。
- (ケ) (11項), 採掘もしくは選鉱, 製煉作業による水または空気の汚染を避けること。
- (コ) (13項), 連邦監督機関の指示する手段をとること。

4-09 省令第003号(内務省環境特別局) (1975年4月11日)

- ア. 海水中の全水銀濃度は1/当り0.10マイクログラムを超えないこと。又公共の水源中に含まれる全水銀濃度は1/当り2.0マイクログラムを超えないこと。

4-08 省令第0013号(内務省官房) (1976年1月15日)

- ア. (1項), 内陸の淡水を用途別に4階級に分類する。

(イ) 1級水の用途

- a. 家庭用水, 浄化なしか又は簡単な浄化処理後。

(ロ) 2級水の用途

- a. 家庭用水, 慣習的浄化処理後。
- b. 野菜, 果物の灌漑用。
- c. レクリエーション用(水泳, 水上スキー, 潜水)

(ハ) 3級水の用途

- a. 家庭用水, 慣習的高度の浄化処理後。
- b. 一般的な魚の育成, 又は動植物の保全。
- c. 動物の飲料用。

(ニ) 4級水の用途

- a. 家庭用水, 強力な浄化処理後。
- b. 航行用。
- c. 風景との調和。
- d. 工業用水, 緊急時の灌漑用。

- イ. (5項) 1級水の水源には処理水と同等の水以外流入を禁止する。

- ウ. (6項) 2級水としての許容限界及び条件

- (イ) 浮遊物と泡がなく, 又泡が潜在しないこと。
- (ロ) 油, グリースが含まれないこと。
- (ハ) 無味無臭であること。
- (ニ) 凝集沈澱過程で除去できない色素を含有しないこと。

(イ) 大腸菌指数は100cc当り1,000以下(サンプルの80%以上)で5ヶの月平均サンプルの大腸菌指数の合計値は5,000以下であること。

(ロ) BOD(5日, 20℃)は5mg/l以下。

(ハ) DOは常に5mg/l以上。

(ニ) 次の有害物の含有限度は

(表3)

有害物質名	含有限度	備 考	(参考)日本の環境基準
アンモニア	0.5 mg/l		—
砒 素	0.1 ♪		0.05 mg/l
バリウム	1 ♪		—
カドミウム	0.01 ♪		0.01 mg/l
クローム	0.05 ♪	6価クロームと限定していない	0.05 ♪ (6価)
シアン化合物	0.2 ♪		検出されぬこと
銅	1 ♪		—
鉛	0.1 ♪		0.1 mg/l
錫	2 ♪		—
フェノール	0.001 ♪		—
フッ素	1.4 ♪		—
水 銀	0.002 ♪	アルキル水銀と全水銀 区別なし	0.0005 mg/l(全水銀)
硝酸塩	10 ♪	窒素として	—
亜硝酸塩	1 ♪	♪	—
セレン	0.01 ♪		—
亜鉛	5 ♪		—

エ. (7項) 3級水としての許容限界及び条件

次に示す条件以外は2級水と同じ

(イ) 大腸菌指数は100cc当り4,000(サンプルの80%以上)で5ヶの月平均サンプルの大腸菌指数の合計値は20,000以下であること。

(ロ) BOD(5日, 20℃)は10mg/l以下。

(ハ) DOはいかなるサンプルも4mg/l以上。

オ. (8項) 4級水としての許容限界及び条件

(イ) 浮遊物がなく、泡を発生しないこと。

- (イ) 臭気外観に異状がないこと。
 - (ロ) フェノールの含有は1mg/l以下。
 - (ハ) DOはいかなるサンプルも0.5mg/l以上。
- カ. (14項) 水域へ流れ込む汚染源からの排出基準
- (イ) pH は5以上かつ9以下。
 - (ロ) 水温は40℃以下。
 - (ハ) 沈澱物含有は1ml/l (1時間のImhoffタンク)
 - (ニ) 最大排出量の変動は基準排出量の1.5倍以下。
 - (ホ) 浮遊物がないこと。
 - (ヘ) 油またはグリースの含有は100mg/l以下。
 - (ヘ) 有害物質の濃度はSEM Aで決定する値に従うこと。
 - (ロ) 病院などから排出される病原菌を含むものは特別な処理を行うこと。

4-03 省令第0231号(内務省) (1976年4月27日)

大気環境基準の設定

大気の測定基準は25℃, 760mmHg(1.013²バール)で行うものとする。

ア. 浮遊粒子状物質

(イ) 環境基準

年間幾何学的平均で80マイクログラム/l以下。

日の最大濃度は240マイクログラム/l以下でこの値は年間一度も越えてはならない。

(ロ) 測定方法

大量のサンプルを採取するか、これと同等の方法で行う。

イ. 硫黄酸化物

(イ) 環境基準

年間算術平均で80マイクログラム/l以下。

日の最大濃度は365マイクログラム/l以下で、この値は年間一度も越えてはならない。

(ロ) 測定方法

Pararaosanilina法又はこれと同等の方法。

ウ. 一酸化炭素

(イ) 環境基準

8時間の最大濃度で10,000マイクログラム/l以下。この値は年間一度も越えてはならない。

1時間の最大濃度は40,000マイクログラム/l以下。この値は年間一度も越えてはならない。

(4) 測定方法

Infra-VermeHo (赤外線) に吸収させるガス分析法又はこれと同等な方法。

エ. 光化学オキシダント

(4) 環境基準

窒素酸化物及び硫黄酸化物の影響を補正して1時間の濃度 160マイクログラム/1^m以下、この値は年間一度も越えてはならない。

(4) 測定方法

Luminescência 化学法(ケミルミネッセンス法)又はこれと同等の方法。

オ. その他の有害物質についてはSEMMAで科学的に検討してその基準を作成する。

4-03 省令第053号(内務省) (1979年3月1日)

固形の廃物及びゴミの投棄について

省 略

4-04 省令第100号(内務省官房) (1980年6月14日)

ディーゼル燃料の煙害について

省 略

4-05 省令第092号(内務省) (1980年7月19日)

騒音公害の規制

省 略

4-06 州法令、州政令施行令、州知事令及び市条例について。

連邦政府の公害規制法令のほか各州、各市、及び各郡にも公害規制法令が定められているところがある。その内容は各州によって程度の差があるが、連邦の基本的考え方を尊重している。

ブラジルで最も公害対策が進んでいる州はサンパウロ州である。これは、サンパウロ州がブラジル第一の工業州、経済州であることから当然であるが、まだ公害の未然を防止するという段階までは達していない。

サンパウロ州の条例の中には「汚染源から受入水に対する排出基準」(サンパウロ州政令施行第52,490号-1970年7月14日)、公共下水管への液体廃棄物排出についての基準(FESB-州基礎衛生技術及び水質汚濁取締り公益事業会社規則-1973年3月8日)など連邦の法令以上完備しているものもあるが、反面連邦と州の二本建の公害対策がその推進力を弱めている点も否定できない。

5. 業務活動

5-(1) 第2回探査技術セミナーで講演発表。

題「日本における鉱害対策について」英文

(Japanese Policy for Prevention of Mine Pollution)

ア. 期 日 1979年2月5日～2月9日

イ. 場 所 サンタ・カタリーナ州 グラバタール

ウ. 講演要旨 (30分間)

日本で現在行われている鉱害対策を法規中心に説明

(ア) 日本の鉱害の歴史について

(イ) 鉱害の種類

- a. 地表沈下
- b. 坑内水選鉱製煉排水による鉱害
- c. 粉塵, 排ガスによる鉱害
- d. 廃石, 廃滓の流失による鉱害

(ロ) 公(鉱)害関係法規について

a. 公害対策基本法

- (a) 七公害(大気, 水質, 土壌, 騒音, 振動, 悪臭, 地盤沈下)と関連法規
- (b) 環境基準

b. 鉱山保安法

鉱山に関する鉱害防止は鉱山保安法にもとづいて行っている。

(a) 排出基準

i 鉱煙について

硫黄酸化物, 煤煙, 有害物質(カドミニウム及びその化合物, 窒素酸化物)

ii 排水について

有害物質(カドミニウム, シアン, 有機磷, 鉛, 六価クロム, 砒素水銀, アルキル水銀, PCB)。

その他の項目(pH, BOD, COD, SS, 鉱物油, 動植物油, フェノール, 銅, 亜鉛, 溶解性鉄, 溶解性マンガン, クロム, フッ素, 大腸菌)

iii 騒音の規制

iv 振動の規制

v 上のせ規準について

(ハ) ブラジルにおける鉱害対策の進め方について

ブラジルは日本と国情も違うので日本の規制を鵜呑みして採用することには問題がある。鉱業の使用は限られた資源を有効に活用して人類の生活を向上させることにあるが、しかし、反面鉱業には鉱害を発生させて地域住民を不幸にさらす危険性も有している。この矛

盾した両者をマッチさせることが鉱山技術者に与えられた使命であろう。

日本の公害対策基本法には、かつて「生活環境の保全については経済の健全な発展との調和が図られるようにするものとする」とのいわゆる経済との調和条項があったが、この項はやゝもすれば経済優先主義と誤解されやすいため、その後削除されている。

ブラジルは国をあげて経済発展の努力が続けられているが、この時期にこそブラジル独自の公(鉱)害対策の基本的考え方の確立が重要であると信ずる。 (論文提出)

5-(2) リオ・グランデ・ノルチ州南部のタングステン鉱山調査

ア. 調査同行者：西村専門家(採鉱)

イ. 期 日：1978年12月4日～12月8日

ウ. 目 的：鉱山の保安問題、主として通気及び災害の減少について

エ. 調査 鉱 山：Brejui 鉱山, Boca de Lage 鉱山, 及び Barra Verde 鉱山, 三鉱山は同一鉱床を採掘している。

オ. 鉱 山 概 況

(イ) Brejui 鉱山

位置：ナタール(リオ・グランデ・ノルチ州の首都)の西南西約180km, 処理鉱量：450 t/日, 原鉱品位：0.35% WO_3 , 選鉱：比重選鉱

Brejui 鉱山の旧選鉱廃滓中に WO_3 が約1.0%含まれることに着目し、この回収のため日本の企業と共同で(日鉄鉱業(株))選鉱廃滓の再浮選、浮選精鉱の炭酸ソーダリーチングによる人工シーライトの生産のための工場を新設していたが(計画値 WO_3 品位70%, 採収率60%)稼働していなかった。又この工場の内部見学は拒否された。

(ロ) Boca de Lage 鉱山

処理鉱量：380 t/日, 原鉱品位：0.4% WO_3 , 選鉱：比重選鉱, この選鉱場は三鉱山の中で最も新しくコンパクトにできている。

精鉱品位は60～70% WO_3 。

(ハ) Barra Verde 鉱山

処理鉱量：500 t/day, 原鉱品位： WO_3 0.4%, 鉱石は磨鉱後ジクとテーブルで精鉱を採取する。テーブル精鉱は更に浮選で黄鉄鉱を除き更に静電選鉱で品位アップを計っている。

カ. 鉱 害 問 題

鉱山側では鉱害と保安を混同しているふしがあり、坑内通気の不良による高温(27℃～33℃)や粉塵などの労働環境の悪化まで鉱害と考えているところがある。保安問題は西村専門家の範囲であるので省略する。

坑内水は pH7, DO 6～7 である。この鉱石の主体は珪酸塩鉱物で若干の硫化物を含んで

いるが、坑内水自体に有害物質はほとんど含まれていないと考えられる。

㌘ Berjui 鉱山

選鉱場は比重選鉱のみで廃液中に選鉱試薬の影響はない。当地方は水不足のため選鉱用水は堆積場からの繰り返して使用している。

堆積場はその隣接地に前述の浮選-炭酸リーチングの工場があるため調査できなかったが、工場敷地外の道路から眺めると、堆積場は約500m×500mで下部に堰堤を設け上流より廃液を直接ポンドへ放流している。堰堤内には水が溜っており、敷地外への水の放流は認められなかった。(滲透水については不明)

水質的に考えて公害の要素はSSだけであるので堰堤の崩壊さえなければ問題はないと考える。

堰堤はその高さ約10m～15mと低く、機質も珪酸質でしかもジク選鉱、テーブル選鉱の尾鉱で比較的粒も粗いので崩壊の心配はなからう。鉱害問題は例の浮選-炭酸ソーダリーチングの工場が稼働しない限り発生しないと考える。(その後該当工場の稼働停止が正式に決定した。)

㌙ Boca de Lage 鉱山

選鉱廃水はBerjuiと同様に用水回収を兼ねた沈澱池に放流されている。下部堰堤で囲まれ堆積場の面積は200m×400m、堆積の高さは10m程度ある。下流部分の堰堤は粗粒の選鉱廃液で補強されている。堰堤外に選鉱用水の池がある堆積場の清澄水はそこへ導かれ選鉱場へ繰返され、場外への廃水はない。

このことから鉱害はBerjuiと同様に問題ないと考える。

㌞ Barra Verge 鉱山

選鉱廃水は広大な堆積場(巾300m以上)へ放流されている。選鉱工程内にテーブル精鉱中に含まれる若干の黄鉄鉱を除去するため浮選が採用されているが、テーブル精鉱の量は非常に少く、比重選鉱で使用する水量が多いことから浮選試薬による水質の悪化は考えられない。

堆積場からの水の流失は若干の滲透水を除き見受けられないので、他の二つの鉱山と同様鉱害問題が発生することはなからう。

キ. 検討事項及び助言

㌘ 同地方は水が不足しているので堆積場の上澄水は極力繰り返し使用し、ポンドの水面を上昇させないこと。又降雨時の非常な事態も考慮のうえその対策をたてておくこと。

㌙ 場外への排水は止むをえないときのみ行い、汚水は排出しないこと。

㌞ 堰堤の保全を充分に行い、特に湧水に留意し、決壊の防止に万全の注意を払うこと。

(報告書提出)

5 --(3) 大サンパウロ地区鉱害状況調査

ア. 調査同行者：白井専門家（選鉱），西村専門家（採鉱），寺津専門家（地質）

イ. 期 日：1979年3月12日～3月21日

ウ. 目 的：サンパウロ州では環境保全のため「大サンパウロ計画」を立案（1977年）し、この案についてDNPM及びCPRM（鉱物資源探鉱公社）と検討をし合い結論を出すことになっている。この為に現存の鉱山の採業状況、鉱害の状況を調査すること。

エ. 大サンパウロ計画概要

大サンパウロ計画は1977年の終頃に立案され検討されてきている。その目的は大サンパウロ地区の環境保全及び土地の活用と鉱業・探査事業及び鉱物の利用を調整することにある。

サンパウロ地区は8,053 km²、人口約11百万人、ブラジル国内で最も経済活動の盛んなところである。それ故州政府とDNPM（鉱産局）及びCPRM（鉱物資源探鉱会社一公社）がその内容につき検討を加え近い内に具体的な結論を出すことになっているが、その要旨は大サンパウロ地区を次の三地区に分類することにある。

㊦ 鉱業が自由にできる地区

㊧ 鉱業が他の産業と同じく制限される地区

㊨ 鉱業が禁止される地区

大サンパウロ地区の鉱業は砂、粘土、砕石、石灰石、千枚岩、珪石、カオリンなどで中小企業が多いため鉱害対策も充分でなく、環境保全及び土地の有効利用などの面からその経済活動との調和が必要となっている。

オ. 調査鉱山及び会社名 (表4)

No.	鉱山又は会社名	地区名	生産品	用途
1	Itatinga	Eldorado, Diameda	砕石・砂	建材用
2	Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo (EMPLESA)	São Paulo 市内	設計コンサルタント	
3	Paulista de Mineração	Jundiapéba Mogi das Cruzas	粘土	耐火レンガ
4	Mineração Hori Ltd.	Parguedas Varinha Mogi das Cruzas	カオリン	建材用
5	珪石の採鉱・選鉱場	Taiacupeba Mogi das Cruzas	珪石	製煉用

順	鉱山又は会社名	地区名	生産品	用途
6	砂採鉱場	~São Bento 及び Itaqueaquecetuba	砂	建材用
7	千枚岩の採鉱場	Pirapora do Bom Jesus	風化千枚岩の砂	セラミック
8	花崗岩質砂岩の採鉱場	Pirapora do Bom Jesus	風化した砂岩	モルタル
9	石灰石の採鉱場	Pirapora do Bom Jesus	石灰石	生石灰
10	花崗岩質砂岩の採鉱場	Pirapora do Bom Jesus	風化した砂岩	建材用
11	石灰石の採鉱場	Pirapora do Bom Jesus	石灰石	セメント

カ. 鉱害問題

今回調査した企業はいずれも中小企業であり、鉱害対策を充分に行っているとは言えない。

鉱害問題を分類すれば

- (ア) 採掘及び洗滌に多量の水を使用するための汚濁水の放流—砂の採取。
- (イ) 採掘跡、或は廃石棄場から降雨時の濁水流失。
- (ウ) 腐滓（砂採取後の泥土など）堆積場のダムの不完全による漏水及び決壊のおそれ。
- (エ) 採掘跡の放置による環境破壊—砂、粘土の採取の場合著しい。
- (オ) 粉砕工場より石粉の飛散。

などで有害物質による鉱害はないと考える。

キ. 検討事項及び助言

- (ア) モニターゼットによる採鉱を効果的ならしめ、かつ使用水量を減少するためモニターゼットの移動を頻繁に行うこと。
- (イ) モニターゼット採鉱後の砂の場内運搬を水力のみでなく、ドラグベルト等の補助運搬装置の設置を考える。—使用水量の減少につながる。
- (ウ) 砂のポンプアップ流送に吸上げ式ポンプを使用しているが、水中式のポンプの設置を検討する。
- (エ) 砂の水洗にセットリングコーン式の機械を使用しているが、水洗の効果、分級の効果などからエーキンス分級機などが好ましいのではないか。—使用水量の減少にもつながる。

- (4) 砂採取後の水洗汚濁水はそのまま未処理で河へ放流することは禁止し、旧採掘跡などの窪地などを利用して土砂を沈澱させる。
 - (5) 粘土採掘について、その表層部の土壌は鉱区内の一定区画に積み上げ敷地造成を義務づける。(その分だけ可採率が低下するが、粘土鉱区はほとんど湿地帯にあり、全部を採掘すると池になり表土の有効利用ができない。)
 - (6) 廃洋ダム(通常高さ10m程度)はほとんど土堰堤であり、この決壊防止のため法面に芝又は草を植え僅かの耐水、或は滲透水の有無を常に注意してダムの保全を行うこと。
 - (7) 粉砕工業のクラッシャー及び篩は散水による粉塵防止設備か局部集塵装置を設けること。
- (報告書提出)

ク. サンパウロ州及びサンパウロ市の公害防止条例(参考)

サンパウロ州の汚染取締り法はブラジル国内では一番整備されているが、未然防止に關しては尚不完全であると言われている。

サンパウロ州における環境汚染取締機関はCETESB(Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas — 州基礎衛生技術および環境保護事業会社)で、この会社は州の命令を受けて州内の水質汚濁取締、大気汚染取締り、及び関連事業を行っている。

(7) 州法律第118号(1973年6月29日)

CETESBの設立認可及びその他の措置。

(4) サンパウロ州政府施行令第52.490号(1970年7月14日)

サンパウロ州内の水質資源を公害から保護することの規定。

(第5条) 水の分類

(第6条~10条) 特級、1級、2級、3級、4級水の水質についてその含有成分を数値規制 — (省令第0013 内務省— 1976年1月15日と内容的にはほぼ同じであるが、既にこれより6年前に数値規制を実施している。)

(第15条) 排出基準

(表5)

項目	規 制 値	省令0013内務省の値
pH	5 ~ 9	5 ~ 9
水 温	40℃以下	40℃以下
沈 澱 物	1ml/l以下	1ml/l以下
最大排出量	平均の1.5倍	平均の1.5倍
浮 遊 物	なし	なし
油 グ リ ー ス	75mg/l	100mg/l

(例) 公共下水管への液体廃棄物の排出基準 (1973年3月8日)

(第3条) 公共下水道システムに排出される廃水中における最大許容限度化学元素およびその化合物は次のとおりである。

(表6)

項	目	規	制	値
元 素	Cu	3.0		mg/l
	Pb	2.0		〃
	Ni	10.0		〃
	Zn	15.0		〃
	Cd	2.0		〃
	Cr(6価)	10.0		〃
	Cr(全)	25.0		〃
	Fe	50.0		〃
	シアン化合物	10.0		〃
	硫黄化合物	50.0		〃

(例) サンパウロ市条例施行規則第11.106号 (1974年6月28日)

用途別に地区割りし、土地の区画、使用、占有についての規則およびその他の措置

(第60条) 工業地区について

工業の分類、設立稼働の制限

5-4) バイア州ボキーラ鉱山、サンタ・アマロ鉛製錬所及びカライバ鉱山調査

ア. 調査同行者：白井専門家(選鉱)、西村専門家(採鉱)、寺津専門家(地質)

イ. 期 日：1979年7月2日～7月18日

ウ. 目 的：ボキーラ鉱山、サンタ・アマロ製錬所、鉛増産の検討、カライバ鉱山開発状況調査

エ. 鉱山及び製錬所概況

(ア) ボキーラ(Boquira)鉱山

位 置：サルバドール市の西方約440km

埋蔵鉱量：

Sobrado, Cruzeiro, Pelado, Maranhãoの四本の鉱脈がある。

(表7)

	確 定(鉱柱)	推 定	予 想	計
鉱 量	1,200 ^{Ft} (225) ^{Ft}	600 ^{Ft}	550 ^{Ft}	※ 2,350 ^{Ft}
Pb 品位	8.15 %	6.5 %	5.8 %	7.18 %
Zn 品位	1.10 %	0.74 %	0.8 %	0.94 %

※ うち硫化鉱 1,200Ft, 酸化鉱 1,150Ft。硫化鉱は方鉛鉱, 酸化鉱は自鉛鉱, 硫酸鉛鉱, 緑鉛鉱を主成分とする。

処理鉱量: 900t/日, 硫化鉱と酸化鉱は交互に処理

選 鉱: 硫化鉱, Pb-Znの直接優先浮選

酸化鉱, 硫化剤で硫化後Pbの単独浮選, Znは採取せず。

(表8) 使用選鉱剤

選 鉱 剤 名	硫 化 鉱	酸 化 鉱
硫 化 ソ ー ダ	1,000 g/t	6,500 g/t
青 化 ソ ー ダ	140	—
硫 酸 亜 鉛	280	—
ザンセート Z-6	120	—
Z-5	—	150
硫 酸 銅	240	—
エロフロート 31	12	30
パ イ ン 油	4	30
M I B C	20	—
珪 酸 ソ ー ダ	—	500

(表9) 選鉱成績(1978年)

鉱 種	鉱 量 t	品 位				採 収 率	
		Pb	Zn	Ag	Cd	Pb	Zn
原 鉱	228,125	8.75%	2.17%	41g/t	1p/m	100.00	100.00
Pb 精 鉱	25,113	71.52	2.28	283		89.98	11.51
Zn 精 鉱	6,507	5.30	54.26		1.025	1.73	70.89
尾 鉱	196,505	0.84	0.44			8.29	17.51

(f) サント・アマロ (Santo Amaro) 鉛製錬所

(Cobrac 社 - Cia Brasileira de Chumbo)

位 置：サルバドール市北西約 50 km (道路で 88 km)

設備能力：原料，ポキータ鉱山鉛精鉱 28,500 t/年 (70% Pb)

輸入鉛精鉱 27,000 t/年 (74% Pb)

産出，鉱 3,300 t/月 (Pb 99.99% , Ag 15 g/t)

鉛採取率：95.7%

製錬費：4,000 Cr\$/metal/t

従業員：326人

(g) カライバ (Caraiba) 鉱山 - 建設工事中

(Caraiba Metais 社 - FIBASE 系)

位 置：サルバドール市の北方約 400 km

埋蔵鉱量：Caraiba 鉱床と Surubin 鉱床の二つがあり，Surubin 鉱床は Caraiba 鉱床の北約 35 km のところにある。

(表 10) Caraiba 鉱床

	埋蔵鉱量 (千t)	平均品位 (%)	Cu 金属量 (t)
露天掘区画	70,000	0.9	630,000
坑内掘区画	50,000	1.1	570,000
計	120,000	1.0	1,200,000

埋蔵鉱量のうち硫化鉱が約 3,000 千t (品位 Cu 1%) が含まれるが，これは 0.4% ~ 1.2% Cu品位の露天掘準備採掘鉱 0.2 ~ 0.4 Cu 鉱と別々に堆積貯蔵する。

(表 11) Surubin 鉱床

	埋蔵鉱量 (千t)	平均品位 (%)	Cu 金属量 (t)
確定鉱量	7,800	1.00	78,000
推定鉱量	1,600	0.98	16,000
計	9,400	1.00	94,000

処理能力：ボールミル (4 台 × 16 $\frac{1}{2}$ ϕ × 25' L)

789 t/時 → 19,000 t/日

選 鉱：Cu 単 - 浮選

(表12)

		処 理 量 (t/日)		Cu品位%	Cu金属量(t)	採取率%
原	鉱	19,000	100. %	1.2	228.0	100.0
Cu	精 鉱	669	3.5	34.1	205.2	90.0
尾	鉱	18,331	96.5	0.12	22.8	10.0

計画操業時間 破砕 14H/日×300日/年=4,200H/年

浮選 22H/日×330日/年=7,260H/年

年間処理鉱量 7,260H×789t/H=5,728,000t/年

(表13)

使用選鉱剤

選 鉱 剤 名	使 用 量 (g/t)	使 用 場 所
イソプロピルザンセート	25	ミ ル 接 鉱
又 は Z-200	15	〃
M I B C	25	〃
又 は ダウフロス-200	25	〃
生 石 灰	1,000	ラ ハ ー PH 9.0
〃	200	ク リ ー ナ ー PH 10.0
珪 酸 ソ ー ダ	850	〃

オ. 鉱害問題

(ア) ボキーラ鉱山

鉱害の原因となる恐れのある要因は

- 選鉱廃水中に含まれるシアンイオン, Pbイオン, Cuイオン, Znイオン。
- 選鉱廃水の高pH。
- 堆積ダムの決壊による土砂の流失。
- 堆積場沈着物からのPb, Cu, Znの再溶解である。

当地方は水不足のため堆積場から敷地外への場外流出水はなく, 上澄水はすべて選鉱用水として再使用している。堆積場は約500m×1,000mの広さがあり, 約20ヶ所位に区分され, 各区はサンドバンキングで囲まれており, 上流側からパイプ流送で堆積し, 一区両が満杯になると次の区両に移り現在最下流の区両が使用されていた。

堆積場から河川までは相当な距離があり, ダムからの滲透水の影響はほとんどないと考えられる。ただダムのすぐ下流部分にソーダ分(Na₂SのNa)らしき白い粉末結晶がかなり

析出しているので滲透水は存在し、これらが降雨時期に再溶解して河川へ流出することは予想できる。

通常はダムの直下部分にも滲透水、漏水は認められず、土の表面は乾燥している状態である。

a. シアンイオン、Pbイオン、Cuイオン、Znイオンに対する考察

(a) シアンイオン

鉛浮選で亜鉛銨の抑制剤として青化ソーダ140g/lが使用されている。今仮に青化ソーダが浮選で全く消費されないと仮定すれば、銨液濃度は25%固体であることから23 ppmとなる。しかし実際には銨石中に存在する金属イオンや添加される選銨試薬の硫酸銅や硫酸亜鉛と反応してほとんどがシアノ銨塩か浮選試薬の酸化ソーダと反応してチオシアン酸塩の形で存在するか、或はシアン塩が更に酸化されてシアン酸塩となっている事が予想される。(状態分析のデータは山元にはない)

重金属とのシアノ銨塩は一般には難溶性であり又チオシアン酸塩の毒性は著しく弱いと言われている。これらのシアンの状態分析は早急に実施しなければならないが、現在堆積場から銨区外に排水されていないので当面CNによる銨害はないと考えられる。最も危険なことは堆積ダムの決壊によるCNを含む廃液、廃水の流出であるので環境の保全には万全を期すべきである。

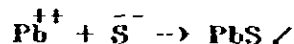
尚、閉山後の堆積場の管理にはシアン化合物の再溶出防止の具体的方法を充分検討しておくべきである。

(b) Pbイオン

銨石中の鉛銨物は方鉛銨(PbS)、白鉛銨(PbCO₃)、硫酸鉛銨(PbSO₄)、及び緑鉛銨[(PbCl)(Pb₃(PO₄)₂)]である。

PbSの溶解度積は 1×10^{-28} と非常に溶解し難く、仮にPHが2と非常に酸性になった場合でもPb⁺⁺は0.18ppmとなり問題にならない。(廃液のPHは通常8以上)

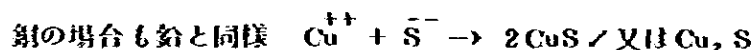
これに反し酸化鉛は溶解度積がやゝ高く溶解し易い(PbCO₃で 2.3×10^{-14})しかし浮選工程で多量酸化ソーダ(1.0kg/l~6.5kg/l)を使用する関係から



上式の如くPbSを生成し沈澱することになる。PbSは前述の如く溶解度積は低く、Pbイオンに関しては問題ないと考える。

(c) Cuイオン

銅イオン源は銨石に含まれる若干の銅銨物と亜鉛浮選時に添加される選銨剤の硫酸銅(CuSO₄, 240g/l)である。



となり、CuSの溶解度は 6×10^{-26} 、 Cu_2S の溶解度積は 3×10^{-48} と極めて低いことから問題にならない。

(d) Znイオン

Znイオン源は鉱石中のZn分と選鉱剤として添加される硫酸亜鉛($ZnSO_4$, 280g/l)であるがこれも鉛、銅の場合と同様にZnSを形成し、ZnSの溶解度積は 2×10^{-24} と低くPHが低い酸性にならない限り問題はない。

b. 高PH水の排出

酸化鉛鉱の浮選で酸化処理のため多量の酸化ソーダを使用する関係から浮選廃液の鉱液PHは10と著しく高い。現在場外排水はなくて全量浮選用水に使用されているので問題はないが、a-(a)と同様にダムの保全を充分行う必要がある。

c. 堆積場ダムの決壊による廃液廃水の流失

当堆積場のバンキングはサンドバンキングでその高さは約15m程度である。雨が少く堤頂幅も10m程度はとってあり、漏水が全く見受けられぬことからまず安全と考える。

当鉱山では他の鉱山と廃液の堆積方法が若干異り上流からそのまま流し込むのではなく、パイプ流送によって堤頂部からポンド内へ廃液を放流できるようになっており、これがサンドバンキングの補助に大いに役立っている。

d. 堆積場の沈殿物からPb, Cu, Zn, CNなどの再溶解

鉱山の操業が続いている限り、多量の Na_2S を使用する関係からポンド内は高PHであるのでPb, Cu, Zn, CNなどの再溶解はまず考えられない。

問題は鉱山が閉鎖された後の堆積場管理で、水のPHがどのように変わるのかによって再溶解するかどうかが決ってくる。これについては予察的試験を行ってその対策を樹立しておく必要がある。

(4) サント・アマーロ鉛製錬所

鉱害の原因として考えるものに

- a. 粉塵及び煤煙
- b. 硫酸黄酸化物
- c. 排水中の金属イオン及びPHがある。

煤煙については、バグフィルターで回収しているがバグフィルターの能力が不足しているように感じた。硫酸黄酸化物はそのまま放出しており、排水も未処理のまま河へ放流されている。

(5) カライバ鉱山

カライバ鉱山は現在建設工事中であり堆積場の具体的設計はできていなかったが、計画

の概要は面積 4.5km×4.5kmの雑地に2ヶ所の土ダムを建設し、22年間分の廃滓を堆積し、上澄水は選鉱用水として使用することになっている。

鉱害に関して考えられる要因は

- a. 堆積場排水中のSSと金属イオン(特にCu)とPH。(会社側の説明では用水繰返しと自然蒸発のための排水はほとんどない見込)
 - b. ダムの決壊による被害
- などが考えられる。

カ. 検討事項及び助言

(ウ) 日本における鉱滓堆積場の建設基準

高さ15m以上のかん止堤あるいは鉱滓または沈着物の高さが15m以上のものに適用される。

a. 砂かん止堤の設計

(材 料)

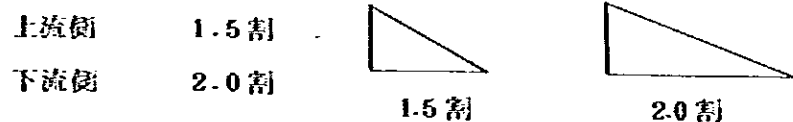
(a) 築堤材料としての砂は次の性質を有するものでなければならない。

- i 風化し難いこと。
- ii 成分が水に溶解しないこと。

(設 計)

(b) 砂かん止堤の設計は次の各号によるものとする。

i 法面の平均勾配は次の値を標準とするが下流側法面の勾配は安定計算によって定めること。



ii 堤体と埝盤との境界面又は埝盤中における滑動の有無を照査すること。

iii 堤体及び基礎の滑動に対する安全率は1.1を越えること。

iv 堤頂幅は次の式で算出したものを標準として定めること。

$$B = 1.3\sqrt{H}$$

ここに B:堤頂幅(m)

H:かん止堤の有効高さ(m)

v 築堤しつつ、堆積を行ってゆく場合であって築堤の進行中下流側の法面を自然勾配とする場合には堆積物の表面上50センチメートルの水準(註、堆積物の表面と堤頂との間隔は常に50センチメートル以上とすること)における堤体の水平幅は次の式で示す値とすること。

$$b_1 \cong 0.25h_0 + 1.3 \sqrt{H_1}$$

ここに b_1 : 堆積物の表面 50 cm の水準における堤体水平幅 (m)

h_0 : 自然勾配をなす部分の高さ (m) でおおむね 1.5 m を越えないこと。

H_1 : 堆積物の表面上 50 cm の水準におけるかん止堤の有効高さ (m)。

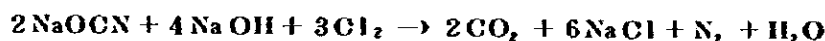
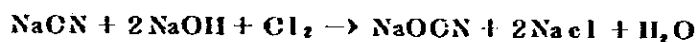
vi 堤体内の滲透水を排除するため堤体部の下流部分に盲みぞを設け、又下流法先部分を石塊積み、若しくは石塊の裏込めを十分に施した石積工等とし、かつ滲出水は集水して排出すること。

vii 下流側法面には直高 1.0 m 以内ごと小段をもうけること。

viii 下流側法面には厚さ 30 cm の客土被覆、芝付け、又は 50 cm 以上の石塊被覆若しくは石張り等適当な保護工事を施すこと。

b. 含シアン廃液の処理法

(a) アルカリ塩素法



(b) 電解酸化法、オゾン酸化法

(c) 紺青法 (難溶解性錯化合物沈澱法)

(d) バクテリア法

c. ダム滲透水の処理について

ダム下流側に側溝を掘り、滲透水をピントに誘導集水し、ポンプで堆積場内ポンドへ繰り返すこと。

d. サント・アマーロ製錬所の公害について

粉塵、煤塵は設備のバグフィルター能力不足と思われる増強の必要がある。又シタリング工程での粉塵が多いので局部収塵装置の取付を検討すること。廃水については PH 金属イオンについての分析データがないので分析値によってその対策を検討すること。

e. カライバ鉱山 Cu イオン対策

Cu イオンに関しては通常アルカリによる沈澱法を採用する。方法は PH 7.0 ~ 7.5 及び PH 9 ~ 10 の二段にわたり石灰処理を行えば



の反応で沈澱する。Cu(OH)₂ の溶解度積は 6.0×10^{-20} である。

その他硫化ソーダを添加し CuS として沈澱させるが、或は生成した CuS を浮選で回収

する方式もある CuS の溶解度積は 6×10^{-36} で非常に安定している。

どの方法を採用するかは実態調査のうえ試験によって決定すべきである。

f. カライバ鉱山アースダムについて

捨石鉄滓堆積場のアースダム建設について日本の基準は次のようになっている。

(材 料)

(a) 築堤材料としての土はなるべく次の性質を有するものでなければならない。

- i 高い密度をあたえる粒度分布を有し、せん断強度が大で安定性があること。
- ii 有機物を含まず成分が水に溶解しないこと。
- iii 過料の粘土を含まないこと (15~20%が良好)。

(設 計)

(b) 土かん止堤の設計は次の各号によるものとする。

- i 法面の平均勾配は次の値を標準とするが下流側法面の勾配は安定計算によって定めること。

上流側	1.8割
下流側	高さ20m以下2.5割
々	高さ40m以下3.0割

- ii 堤体と地盤との境界面又は地盤中における滑動の有無を照査すること。
- iii 堤体及び基礎の滑動に対する安全率は1.1を越えること。
- iv 堤頂幅は次の式で算出したものを標準として定めること。

$$B = 1.3 \sqrt{H}$$

ここに B : 堤頂幅 (m)

H : かん止堤の有効高さ (m)

- v 堤体内の滲透水を排除するため堤体下の下流側部分に盲みぞを設け、又は下流法先部分を石塊積み、若しくは石塊の裏込めを十分に施した石積工等とし、かつ滲出水は集水して排出すること。

vi 下流法面には直高10m以内ごとに小段を設けること。

vii 下流側法面には芝付け、石塊被覆又は石張等適当な保護工事を施すこと。

5-(5) ミナス・ゼライス州モホ・アグード鉱山及びバサンチ鉱山調査

ア. 調査同行者：白井専門家 (選鉱)、西村専門家 (採鉱)、寺津専門家 (地質)

イ. 期 日：1979年9月10日~9月15日

ウ. 目 的：ブラジル国の鉛、亜鉛生産増加のためモホ・アグード鉱山の開発状況調査及びバサンチ鉱山の現況調査

エ. 鉱山の概況

(ウ) モホ・アグード (Morro Agudo) 鉱山

a. 所属: Mineração Morro Agudo S.A.

— 現在の資本構成 (Metamig 3%, Fibase 14%, Empreendimentos-Industriais 26%, Paraiba Metais 25%, 他4%)

b. 開発計画:

(a) 埋蔵鉱量 17,600千t 品位 5.14% Zn, 1.52% Pb。

(b) 目下斜坑掘削中, 並行して坑内ボーリングにて鉱量確認中。

(c) 採掘計画 3,600t/日の出鉱, 原鉱品位 4.06% Zn, 1.14% Pb。

採掘-316mまで room and pillar 及び cut and fill 方式

採掘率 70%, スリ混率 20%。

(d) 選鉱計画 Pb-Zn 直接優先浮選

Zn 鉱物が微粒子のため -325 mesh 粉砕が必要, Pb 浮選は -100 mesh (Pb 浮選後再磨鉱)

選鉱見込成績

Zn 精鉱品位 52% Zn 採収率 80%

Pb 〃 65% Pb 〃 81%

使用選鉱試薬

苛性ソーダ, 硫酸亜鉛, エチルザンセート, MIBC, 硫酸銅, アミルザンセート, 石灰

(イ) バザンチ (Vazante) 鉱山

a. 所属: Cia Mineradora de Metais.

b. 埋蔵鉱量:

鉱種は酸化亜鉛鉱 (Calamine-異極鉱), 600万t, Zn 15~18%

c. 採掘概況

(a) 採 鉱 露天掘 500 t/日

(b) 選 鉱

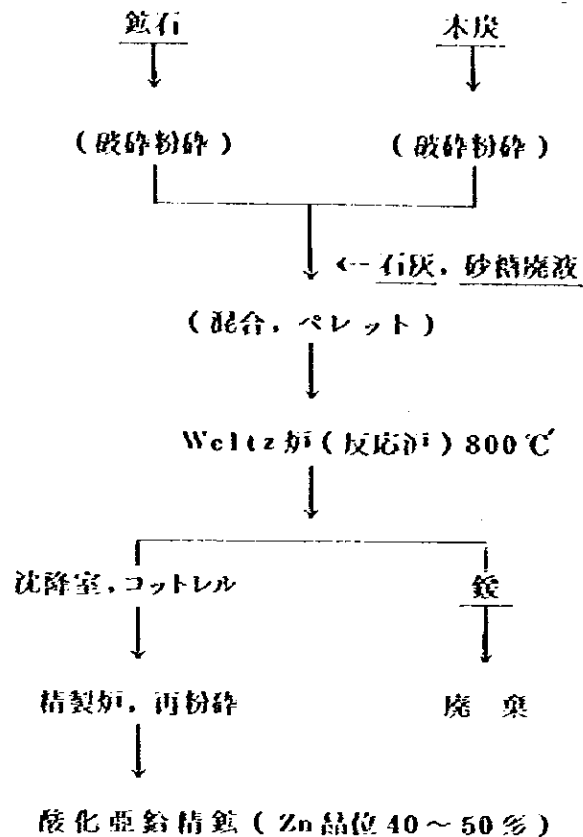
酸化亜鉛鉱の選鉱は通常著しく困難なため当工場では特殊な方式を採用している。
(我々が日本人であることから業務上秘密ということで詳細の説明なし, 現場も素通りのまゝで写真不可)

(図3)

次頁へ

(図3)

推定概略選鉱フローシート



酸化亜鉛精鉱は Trés Masia 製煉所 (電解) へトラックで運搬される。

オ. 鉱害問題

(ア) モホ・アグリード鉱山

具体的な堆積場の設計はないが、考えられる鉱害問題としては

- a. 鉱石の微粒子粉碎のためダムの保全とスライムの沈降性の低下のため SS の流出。
- b. 使用選鉱試薬 NaCN, CuSO₄, ZnSO₄ など残留分の影響。

などが考えられる。Cd の問題は鉱石中僅かであるが亜鉛精鉱中の Cd 品位は 250ppm で問題にならないと思う。

(イ) バザンチ鉱山

- a. 煙突からの粉塵
- b. 釜として破棄堆積されているものから亜鉛の溶解流出などである。

カ. 検討事項及び助言

モホ・アグリード鉱山は目下開発計画の段階であり、又バザンチ鉱山は現場調査がほとんどできなかったため特別な助言はない。

5-(6) サンタ・カタリーナ螢石鉱山調査

ア. 調査同行者：白井専門家(選鉱)、西村専門家(採鉱)、寺津専門家(地質)

イ. 期 日：1980年1月27日～2月1日

ウ. 調査目的：1979年サンタ・カタリーナ螢石鉱山で大きな落盤事故があり、この為西村寺津両専門家が二度にわたり現地に出張してこの対策の検討を進めていたが、1979年12月22日に隣接の休廃止鉱山のボルゼス鉱山側より充填ズリを含む大量の出水があり、これがサンタ・カタリーナ鉱山坑内に流れ込み、死亡者1名と坑内の水没をもたらした。今迄の落盤の復旧作業がストップするとともに鉱山が完全に休止状態となった。この為隣接三鉱山、即ち、ノッサ・セニョーラ・ド・カルモ鉱山、サンタ・カタリーナ 鉱山、ボルゼス鉱山(いずれも同一鉱床を採掘)を調査し、サンタ・カタリーナ 鉱山の復旧を総合的に検討すること。

尚、今回の調査の目的は採鉱関係と坑内排水が主である。

エ. 鉱山の概況

(イ) ノッサ・セニョーラ・ド・カルモ (Nossa Sra do Carmo) 鉱山

a. 埋蔵鉱量：378千t CaF_2 58% (1978年DNPM)

b. 処理鉱量：4千t/月 CaF_2 50%

c. 生産量：メタルジカル(重液選鉱精鉱) 1,000t～2,000t/月 CaF_2 80%
アシッド(浮遊選鉱精鉱) 800t～1,000t/月 CaF_2 97%

(ロ) サンタ・カタリーナ (Santa Catarina) 鉱山

a. 埋蔵鉱量：282千t CaF_2 63% (1978年DNPM)

b. 処理鉱量：(休転前まで) 5千t～6千t/月 CaF_2 58～61%

c. 生産量：メタルジカル(重液選鉱精鉱) 1,000t/月 CaF_2 80%
アシッド(浮遊選鉱精鉱) 1,700t/月 CaF_2 97%

(ハ) ボルゼス (Vorges) 鉱山

1979年3月より休山

(ニ) ボルゼス南部地区鉱山(別鉱床)

a. 埋蔵鉱量：400千t CaF_2 30%

b. 生産量：メタルジカル 1,000t/月
アシッド 500t/月

オ. 鉱害問題

鉱害問題の要因として考えられるものは選鉱廃水である。ノッサ・セニョーラ・ド・カルモ鉱山は小規模な堆積場を有しているが、これは廃滓の粗粒部のみを対象にしており、微粉部分は川へ放流している。

サンタ・カタリーナ 鉱山は坑内水没のため自由鉱は出鉱していないが、以前の貯鉱につい

て操業しており、廃滓は未処理でそのままウルサング河へ放流している。

選鉱で使用する試薬はオレイン酸約0.7l/l、珪酸ソーダ0.5l/l、ソーダ灰1kg/lであり、公害に関係ある物質はSSとBOD及び高pH(約9)であるが、水質をチェックしたデータはない。

同地方は又炭坑地帯に隣接しており、ウルサング河は洗炭廃水や坑内水、或は採掘ズリ捨場から流れ込む水で真黒に濁り、更に硫黄分を多く含む石炭の酸化で酸性となり著しく汚染されている。このため螢石鉱山側では自分のところで公害対策に力を入れてもどうにもならない、炭坑での対策が先決問題だと言う考え方が強い。

カ. 検討事項及び助言

廃滓のたれ流しは問題があるが、鉱山の埋蔵量から見た寿命が短いので大きな堆積場の新設には無理があろう。少くとも粗粒のみはノッサ・セニョーラ・ド・カルモ鉱山のように堆積すること。

5-(7) ミナス・ゼライス州鉱害状況調査

ア. 調査同行者：白井専門家(選鉱)

イ. 期 日：1980年4月7日～4月11日

ウ. 目 的：ミナス・ゼライス州はブラジルで鉱業の最も盛んな州で(鉄、マンガン、金、石灰石、粘土など)その鉱山廃水の放流により、Paraopeba河、Das Velhos河が著しく汚濁されており、この対策についてミナス・ゼライス州で色々と検討されている。

この為、ミナス・ゼライス州の首都ベロホリゾンテのDNP第3支所長の要請により、州南部地区鉱山の廃水サンプリングを行い鉱害の実態を予察的に調査して、この結果から次の鉱害対策として取るべき方向を検討する資料とすること。

エ. 鉱山概況：表14

オ. 鉱山廃水サンプリング結果：表15

カ. 鉄鉱山概略フロシート：図4

表 14 ミナス・ゼライス南部地区鉱山調査概要

No	鉱山名	鉱種	処理量		精鉱量 t/月	使用水		選鉱方法	スリダム 土砂流出 防止	廃液 サイズ	廃液 ダム	地区名	備考
			t/月	?		m ³ /日							
1	I tatiabu	Fe	70,000		25,000	400	水洗	土ダム	-1/4"	土ダム	I tatiabu		
2	J. Mendes	Fe	200,000		60,000	960	水洗	土ダム	-1/8"	土ダム	I tatiabu		
3	Minerila	Fe	70,000		20,000	200	水洗	土ダム	-1/8"	土ダム	I tatiabu		
4	Lafersa	Fe	400,000		100,000	600	水洗	土ダム	-1/8"	土ダム	Brumadinho	燃結工場 建設中	
5	I turinon	Fe	250,000		80,000	1,200	水洗	-	-1/4"	-	Ibirita		
6	Wm El Moller	Fe	70,000		15,000	800	水洗	土ダム	-1/4"	土ダム	Brumadinho		
7	Fortes Mineracão	Fe	700,000		210,000	20,000	水洗	土ダム	-1/4"	土ダム	Brumadinho		
8	Brumleira Reunido(MBR)	Fe	?		1,170,000	?	水洗	土ダム	-100 mesh	土ダム	Nova Lima	ベレット用は 売鉱 ベレット工 場あり	
9	Fortes Mineracão	Fe	946,000		642,000	?	水洗	土ダム	-100 mesh	土ダム	Congonhas		
10	Morro Velho	AuAg	50,000				苛化法	-	-65 mesh	-	Hova Lima		

注 (1) 水洗のみの精鉱は +1/8" 又は +1/4"

(2) -1/8" ~ 100 mesh, 又は -1/4" ~ 100 mesh は市況回復時にベレット用として売鉱の予定 - 現在貯鉱中

(3) 廃液ダムは用水の貯水池としても使用

表 1.5 ミナス・ゼライス南部地区鉱山廃水サンプリング結果

No	サンプリング採取箇所	現場測定値				分析値 (ppm)											
		流量 m ³ /分	水温 °C	水深 %	PH	DO	TURB ppm	SS	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Hg	Si
1	Itabirum 水洗排水	1	26	23	5.3	6.4	-	75,380	0.07	0.088							
2	J. Mendes 硫酸池オーバーフロー	0.5	28	26	5.2	7.2	100	20	0.09	0.45							
3	Minerito 下流 川水	5	28	23	6.4	6.4	2,000	4,300	0.13	0.18							
4	Luferru ダム溢流水	0.5	26	26	6.1	5.4	250	220	0.08	0.03							
5	Parapeba 河川水	5,000	29	25	5.9	6.2	750	1,030	0.10	<0.008							
6	Itabirum 総合排水	1.5	25	24	6.3	6.7	400	150	0.11	0.19							
7	Wm H. Muller 水洗排水	2	26	22	6.1	6.9	-	206,860	0.09	<0.008							
8	全上流 (Casa Branch 川水)	200	26	23	6.4	6.0	150	40	0.61	0.03							
9	全合流後 -1 (Casa Branch 川)	200	27	23	6.3	6.3	500	570	0.21	0.025							
10	" -2 (")	200	27	23	6.1	6.3	1,500	1,400	0.06	0.02							
11	Ferteco 廃液ダムオーバーフロー	3	22	24	6.3	7.4	50	44	0.05	0.23							
12	" 総合排水 (小川)	3	22	22	6.1	6.9	250	200	0.14	1.0							
13	Morro Velho 硫酸池	2	24	22	10.1	7.3	-	33,460	0.003	0.003	0.78	<0.002	<0.001	0.92			
14	Rio Cardono (全上合流前)	200	24	21	7.3	7.5	550	319	0.15	0.015	0.015	<0.002	<0.001	0.01			
15	" (全上合流3km下流)	300	25	22	9.0	7.3	-	14,210	0.09	0.23	<0.002	<0.001	<0.001	0.36			
16	Rio Cardono (合流7km下流)	500	25	23	7.9	7.2	1,500	4,786	0.37	0.076	<0.002	0.014	<0.001	0.20			
17	Rio das Velho (合流前)	5,000	25	22	7.1	7.3	250	324	0.015	<0.008	<0.002	0.015	<0.001	0.00			
18	16.17の合流後2km下流	5,000	25	22	7.3	7.3	400	392	0.10	0.013	<0.002	0.016	<0.001	0.02			
19	Ferteco 廃液ダムオーバーフロー	-	27	26	6.9	6.9	0	3.4	0.05	0.02							
20	" (Congonhas) 用水	1	25	23	6.6	6.4	700	720	0.05	0.018							
21	全上 廃液ダム溢流水	0.5	25	23	6.1	6.0	0	0.4	0.10	0.56							
1	3a地点の河川敷砂		28						162,500	130			1.0	12.4	0.1		89,500
2	" の河床土壌		28						250,000	120			1.5	49.0	0.4		44,300

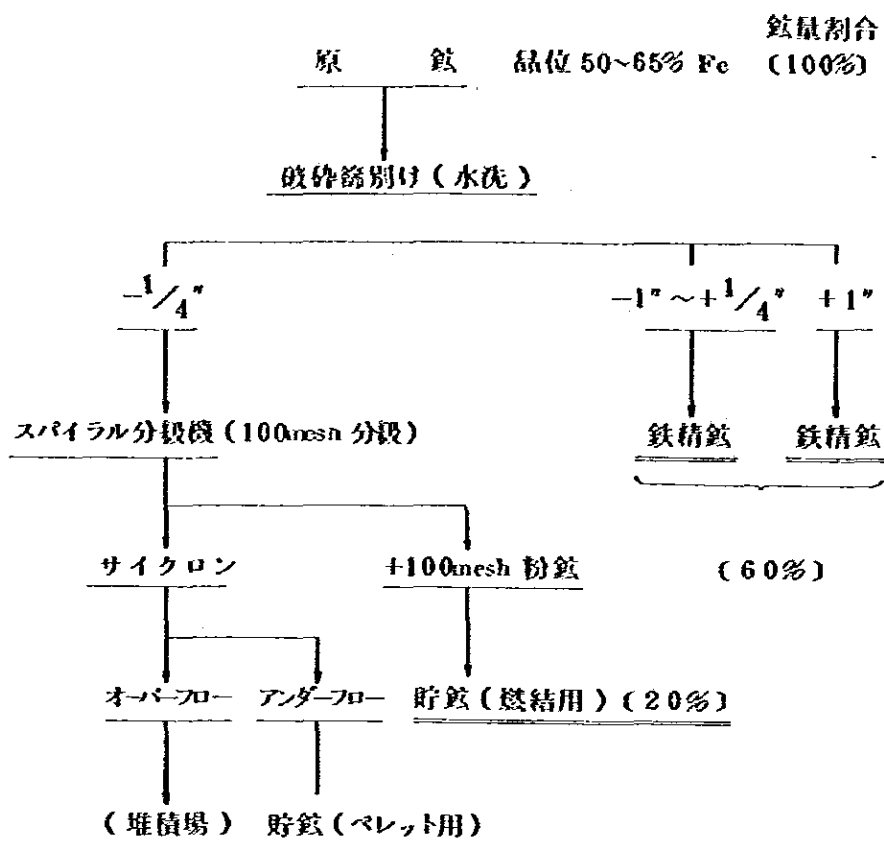
注: (1) 硫酸池を直接河へ放流している鉱山 Wm H. Muller (Fe) Morro Velho (Au-黄化製錬)。

(2) Morro Velho 鉱山廃液中の CN⁻, CNS⁻ の分析は硫酸不足で分析不能との連絡あり。

(3) 現場測定は、東亜電機工業製 水質チェッカー WQC-1A を使用。

(4) 化学分析は CPRM (鉱物資源探査株式会社) で実施。

(図4) 鉄鉱山の概略フローシート



(表16) モホ・ペーリヨ鉱山(金)青化製錬の使用試薬

試薬名	化学式	使用量 (g/l)
青化ソーダ	NaCN	600
硝酸鉛	Pb(NO ₃) ₂	200
消石灰	Ca(OH) ₂	200
亜鉛	Zn	40

キ 鉄害問題

(ウ) 鉄鉱山の鉄害の要因は廃水中に含まれるSSであり、他の有害成分(溶解性鉄、溶解性マンガンなど)の影響はほとんどない。

(イ) 廃水中に含まれるSSは水洗による選鉱廃液中のスライム分の流出が大部分をしめるが、

その他露天掘の剥土、採掘跡、及びストック中の $-1/4$ " 鉱中の微粒子が降雨時に一時的に流失するものもある。

廃水管理について、堆積場が完備して清澄水を排出している鉱山もあれば、選鉱廃滓を未処理でそのまま河へ放流している鉱山もある。

- (ウ) 堆積物のダム設計の規格がブラジルにはなく、日本流に考えると構造が不完全であり、今後十分に保守管理を行う事が必要である。

又、廃滓の堆積方法が上流側から下流側へ向って自然投棄という形になっているため、ダムの基底部分には極く微細な粒子しか沈積せず、ダムが強度的に不安定となっている。

- (エ) Morro Velho 鉱山(金)のように青化製煉の廃滓、廃液を未処理でそのまま河へ放流するようなことは日本では想像もされないことである。

PHが10あることからかなりの CN^- 或は CNS^- が含まれていると考えられるが、ミナス・ゼライス州の当局に CN^- 分析用の試薬がなくて分析できないとは鉱害対策を疑いなくなる。

(Morro Velho 鉱山では新堆積場の建設を計画中であると説明があった。)

ク 検討事項及び助言

- (ウ) 廃滓を直接河へ放流することを禁止するための法律の整備。
- (イ) 濁度 CN^- などの測定に関するモニター設置の検討。
- (ウ) Morro Velho 鉱山では浮選により金銀を回収する方法の検討。
- (イ) 鉄鉱山において $-1/4$ " 鉱の資源活用のためペレット化及び磁力選鉱の活用など、DNPMが卒先して推進をはかること。(このことによりSSの河への流出も少くなることになる。)
- (ウ) 堆積ダムの規格を作るとともに、廃滓の堆積方法も規定する。
- (ウ) 堆積場からの排水方法の検討。
- (イ) 掘場跡、或はストック中の鉱石から直接河へ微粒子が流失することを防ぐため適当な沈砂池を設置すること。
- (ウ) 閉山後の堆積場管理の検討。
- (ウ) サンプル分析の結果土壤中にCd. 1.0~1.5 ppm, As 12.4~49.0 ppm, Hg 0.1~0.4 ppm と検出されるが、これは鉱山に関係があるのか、分析方法に問題があるのか検討のこと。

(報告書提出)

5-8) リオ・グランデスル州 カマクワン鉱山調査

ア 調査同行者：白井専門家(選鉱)、西村専門家(採鉱)

イ 期 日：1980年5月12日~5月17日

ウ 日 的：カマクワン(Camaqua) 鉱山(銅)の開発状況調査

エ 鉱山概況：

(ウ) 位置：ポルト・アレグレ市の西方約350Km

(イ) 所屬：Companhia Brasileira do Cobre

(FIBASE - BNDE系 - Caraiba 鉱山と同系)

(ウ) 歴史

1855年～1975年まで操業

1975年の処理能力 1,500 t/日

現在起業工業のため休山中。1981年6月操業開始(予)

(ウ) 生産計画

粗 鉱 1,400,000t/年 処理 0.95% Cu

精 鉱 40,000t/年 生産 31.0% Cu

含有銅量 12,000t/年

投資額 88百万 USドル(予算)

(ウ) 埋蔵鉱床

鉱床にウルグワイ鉱床とサン・ルイス鉱床(既開発)の二鉱床がある。

(表1.6)

鉱 床	確 定		推 定		予 想		鉱 柱		合 計	
	(千t) 鉱 量	(%) 品位	(千t) 鉱 量	(%) 品位	(千t) 鉱 量	(%) 品位	(千t) 鉱 量	(%) 品位	(千t) 鉱 量	(%) 品位
ウイグワイ鉱床	4,623	1.30	6,745	1.03	6,832	0.91	1,421	0.60	19,682	1.02
サン・ルイス鉱床	2,016	1.32	1,914	1.25	2,801	1.22	2,033	0.60	8,770	1.11
中 間 部	-	-	-	-	2,370	1.16	-	-	2,370	1.16
合 計	6,639	1.31	8,659	1.08	12,063	1.03	3,454	0.60	30,822	1.06

鉱石：品位0.6% Cu以上

(ウ) 採 鉱

サン・ルイス鉱床 坑内掘

ウルグワイ鉱床 露天掘(上部)と坑内掘(下部)の併用

(表17)

	埋蔵鉱量		可採率 (%)	ズリ 混率 (%)	可採鉱量		出 鉱 量		寿命 (年)
	(千t) 鉱量	(%) 品位			(千t) 鉱量	(%) 品位	(t) 日当り	(t) 年間	
ウルグワイ(露天)	8,310	0.93	100	20	10,050	0.83	2,650	800,000	15
" (坑内)	5,773	1.27	80	20	5,503	1.11	2,000	600,000	9
サン・ルイス(坑内)	8,770	1.11	60	10	3,273	1.10	2,000	600,000	5.5

註：ズリ混のズリ品位 0.3% Cu

露天掘の剥土比 5:1 (対可採鉱量)

(*) 選 鉱

能力：磨鉱能力 176 t/時 → 4,225 t/日

磨鉱：ロッドミル(12'φ×18'L)ーボールミル(15'φ×20'L)の二段磨鉱方式
(80%サイズ150μ)

浮選：銅の単一浮選

精鉱品位 30% Cu, 採取率90%

オ 鉱害問題

1975年までのカマクワン鉱山は1,500t/日の粗鉱を処理していたが、その選鉱廃液は全量カマクワン河へ放流しており、その残渣が今でも河岸に堆積している。

今回の起業工事では新しい堆積場を新設することになっているが、その予定地の中央部を流れる河の切替水路の計画はないようで、その河川水は廃液とともにダム内に溜り、ダム附近に設置される溢流水路から上澄水として放流されるようになっている。溢流水路の選択に充分注意しないとダム決壊の要因となる可能性がある。

鉱害問題としてはダム排水中のSS、Cuイオン及び高PH水が考えられるが設計にはこの点を留意している模様である。

参考までにサンルイス坑内水、及び工業用水などをサンプリングした結果は次の通りである。

(表18)

	現場測定			分析値 mg/l							
	℃ 水温	PH	H ₂ SO ₄ DO	SS ₁	SS ₂	SS ₃	As	Pb	Zn	Cu	Cd
サンルイス坑内水	18	5.3	7.4	863	787	81	0.0002	0	0.231	11.1	0
工業用水	19	5.8	8.2	20.4	4.4	16.0	0.0002	0	0	0	0
河川(総合排水)	20	5.6	8.4	46.4	14.8	31.6	0.0008	0	0	0	0

註：SS₁(105℃), SS₂(550℃)の残留量。SS₃は550℃の揮発量

ウ 検討事項及び助言

起業工事未完成のため特別にない。

5-⑨) 其 の 他

ア 鉱害関係法規検討に関する援助

DNPM 鉱害担当責任者及びDNPM 支局長に、次の日本の公害法規の資料を手渡し、検討資料にした。

(ア) Basic Law for Environmental Pollution Control
(公害対策基本法)

(イ) Air Pollution Control Law
(大気汚染防止法)

(ロ) Enforcement Ordinances of Air Pollution Control Law
(大気汚染防止法施行令)

(ハ) Water Pollution Control Law
(水質汚濁防止法)

(ニ) Cabinet Order for the Implementation of the Water Pollution Control Law
(水質汚濁防止法施行令)

(ホ) Ordinance of the Prime Ministers Office on Effluent Standards
(排水基準を定める総理府令)

(ヘ) Ambient Air Quality Standards
(大気の汚染に係る環境基準について)

(ニ) Emission Standards
(排出基準-(大気))

(ロ) Environmental Water Quality Standards
(水質汚濁に係る環境基準について)

(イ) Effluent Standards
(排出基準-水質)

イ ブラジル国カウンターパートのJICA 日本研修における公害関係報告書作成の手伝い。

1979年11月より12月の1ヶ月間にわたり次の3名の日本研修が行なわれた。

Dr. Manoel da Redençaô Silva (DNPM-DFPM 部長)

Dr. Ronaldo Marcio Rezende (DNPM-DFPM 課長)

Dr. Kiomar Oguino (DNPM-DOM 課長)

研修レポート 公(鉱)害の部の作成を援助したが、研修員は日本の公(鉱)害対策につ

いて「日本は世界一の公害国と聞いていただけに、河川の美しいこと、工場の煙突からほとんど煙が出ていないこと、及びモニターによる環境測定の完備などが特に印象的だった。」と述べている。

帰国後DFPM 部長が鉱害問題について以前より積極的になったことは「百聞は一見にしかず」という研修の効果の表われであろう。

6 DNPМ における公(鉱)害対策の今後の計画

MMB-DNPМ (鉱山動力省鉱産局)では今後公(鉱)害防止に関する新しいプロジェクトを作り、JICA の援助を仰ぎたい意向で、その計画の具体的事項につき立案を終り、近日中に正式の手続を行う予定である。

その概要は

- (a) 地域を公(鉱)害の烈しい地区に重点的にしぼる。(例えば、ミナス・ゼライス州 Das Velhas 河やParaopeba 河流域とか、リオ・デ・ジャネイロ州の採石地区とか。)
 - (b) 鉱害防止の法制化
 - (c) 測定機器設備の強化 - 機械供与
 - (d) 派遣専門家の職務分担
 - (e) その他
- などである。

7 結 言

プロジェクト「ブラジル鉱物資源開発」の鉱害防止担当で鉱山動力省鉱産局へ派遣され二年間、その間特に鉱害が著しい鉱山などの具体的鉱害防止対策に従事することなく、専ら行政機関のなかで単なるアドバイザーとして過ぎねばならなかった事を内心不満に思っている。

このプロジェクトの最初の取決めが職務の詳細まで及んでいなかった点もあるが、受入れるブラジル側にしても初めてのケースであり、日本人技術者をどのように利用したらよいか戸惑があるように感じられた。

ブラジルの鉱山の鉱害対策は非常によくやっている鉱山と全くやっていない鉱山の両極端が共存しているように、先ず行政面に問題がある。

公(鉱)害防止関連法規は完備しているとは云い難いが、鉱山関係の行政機関である鉱産局(DNPМ)が本気になって鉱害対策に取り組む意志があれば、内務省環境特別局(SEMA)の省令の規制値でもって鉱害を管理することが可能の筈である。しかしDNPМ は本局、支局ともこれを実行するに十分な技術者を有しておらず、州の方からDNPМ 支局を通じて苦情が出て始めて、その調査を開始し、対策を検討するという全く受動的な態度で対処しているに過ぎない。

又、一方州の方でも DNPM 以上に技術者や測定器械が不足している上に産業活動を盛んにして地方経済発展のためには或る程度の公(鉱)害には目をつぶるという傾向があるため、国の一部を除いて公(鉱)害対策はあまり進展していない。

公(鉱)害対策を進める上には先ず法制的に各種規制法の整備と環境保全目標を設定するとともに測定器械の充実が必要であるが、更に重要なことは技術者の養成が先決である。ブラジルの大学卒技術者は本に書いてある理論的なことには理解があるが、実地経験に乏しく又自分で手を汚したがらず、他人のやった仕事のデータを利用するといった傾向が強いため、現地での教育には或る程度限度があるように思われる。公(鉱)害関係の技術者には測定、分析、防止技術の実習などが必要なことから適当な訓練の場を容易に提供できる日本側で JICA 長期研修員の形で養成することが効果的であろう。

法の整備に関して、日本に於ては公害関係法令が完備しているにも拘らず、鉱害防止に関しては鉱山の特殊性を考慮に入れて公害法でなく鉱山保安法で規制を行っている。ブラジルにおいても鉱害防止を推進するためには先ず鉱山保安法を設定し(現在なし)、鉱害の数値規制、立入り検査の項など規定すべきであろう。

現在の DNPM の鉱害防止対策は主として総業案認可の場合のチェックであるので、新規鉱山に対しては或る程度の行政指導はできるが、既存の鉱山に対しては不十分なものとならざるをえない。

DNPM では鉱害防止に関し新しいプロジェクトを作り JICA からの援助を期待しているが、JICA がこれを承認してプロジェクト的に成功させるためには

(1) DNPM の体質の強化

あくまでも DNPM が自分の力で実行し、不足の部分を日本人専門家で補うという体制を確立すること。鉱害防止に関しては日本人専門家に任せるという態度であれば成功はおぼつかない。

(2) プロジェクトの内容につき具体的に詳細な取決めを行うこと。総花的では駄目である。

(3) 派遣専門家の人選について

ア リーダー

鉱害防止関連法令が不完全である現在では企業側にとって鉱害対策は出費のかさむ仕事であり、当然ながらこのプロジェクトの派遣専門家に対し好意を示さぬであろう。

リーダーは監理能力のある人が任命されるのは当然であるが、現在のように DNPM の力が弱く企業側、特に外資系企業を仰えることのできないような現状では DNPM と企業の間で挟まれて思い通りの仕事ができぬことを懸念する。リーダーの役割は大きい。

イ 法制的業務を援助する専門家

ブラジルの鉱害防止については先ず法制的に整備することが必要である。これを担当する

専門家は日本の行政官庁（通産省，環境庁など）から派遣する方が適役であると考える。

ウ 技術的業務を援助する専門家

協定の細部の取決めで派遣専門家の職種・人員が決まると思うが，技術専門家は鉱害問題のある支局勤務とし，併せてDNPM 支局の技術者の充実と公害関係測定機器の機材供与の実現が必要となってくる。（現在支局には公害関係測定機器はほとんどない。）

エ 堆積場関係土木専門家の必要性

現在ブラジルにおいては堆積場建設についての基準がない。ダムの構造，廃滓の堆積方法，排水方法など堆積場の安全性を日本の堆積場基準に照らし合せてみると極めて危険と思われる堆積場も存在している。

堆積場は鉱山が休廃止になった後でも保守管理が必要であり（ブラジル鉱業法にはこの規定はない。）このためには，設計基準の確立及び現存する堆積場の診断と応急対策の示唆が急務である。鉱害防止専門家の中には堆積場関係土木専門家がぜひ必要と考える。

(4) ブラジル側予算とスケジュールについて

近年ブラジルは大きなインフレに悩まされており，勤務期間の過去二年とも，年の後半に入ってから予算の一律カットが行われ，下半期は継続事業の中断，物品購入の停止，出張の制限などが行われた。今後このような事態が予想されるとすれば，スケジュールは充分検討して立案すべきであろう。

過去二年間の勤務で，鉱害防止に関し成果は表面的にはほとんど表われなかったが，DNPM 自体鉱害問題についてかなり積極的になって来ており，引続き新しい鉱害プロジェクトを作り，日本の技術援助を期待するなどがブラジル側より主張されるようになってきたことは一つの進歩であり技術協力の効果であろう。ただこれには1979年末にDNPM のDFPM 部長Dr. RedouçãoがJICA の日本研修で日本の公（鉱）害対策を実際に見学し，文献による公（鉱）害対策の報告と事実が一致していることを自分自身で確認し“ブラジルも早く鉱害対策を何とかしなければいけない。”という気になった事も大きな影響を与えているようである。

最後に派遣期間中公私にわたり御援助いただいた日本大使館各位，JICA 事務所長及び関係部長をはじめとする“ブラジル鉱物資源開発”プロジェクトの他の専門家各位に深く感謝の意を表する次第である。

（以上）

