

ペルー共和国ワンサラ鉱山
関連施設整備計画調査
報告書

第一編

1984年2月

国際協力事業団

鉱計画

84-57

ペルー共和国ワンサラ鉱山
関連施設整備計画調査
報告書

第一編

1984年2月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '85. 7. 23	709
	66
登録No. 11802	MPP

序 文

日本国政府は、ペルー共和国政府の要請に応え、同国ワヌコ県ワジャンカ地区に位置するワンサラ鉱山（銀・鉛・亜鉛鉱山）の開発に伴う関連施設の整備計画について調査を行うこととし、国際協力事業団にその実施を委託した。国際協力事業団は、宮永佳晴氏を団長とする9名の調査団を組織し、1983年9月12日から同年10月21日までこの調査団を現地に派遣し、調査を実施した。

調査団は、ペルー共和国政府関係機関、その他の方々の協力により現地調査を円滑に行うとともに、帰国後、同調査結果ならびに現地にて収集した各種資料に基づき本件計画の検討を行い、この程、報告書完成の運びとなった。

本調査は、ワンサラ鉱山の開発に必要な水力発電所建設のための調査であり、本報告書は各施設について技術的、経済的な検討及び整備開発効果の検討をとりまとめたものである。

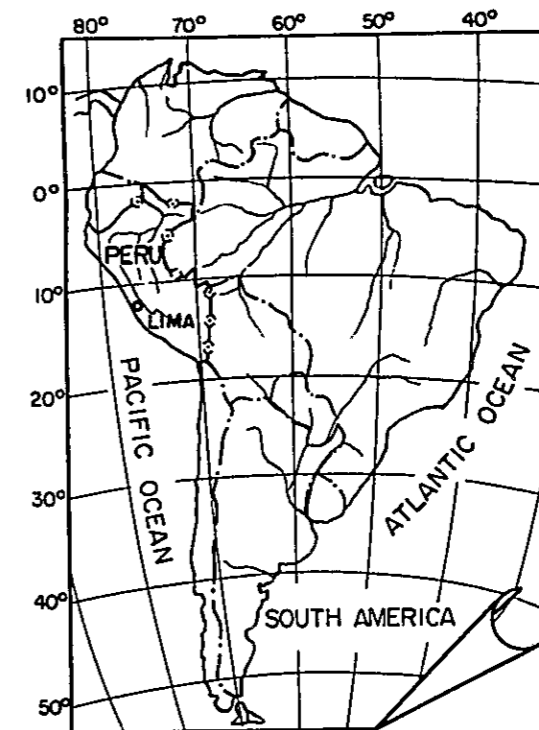
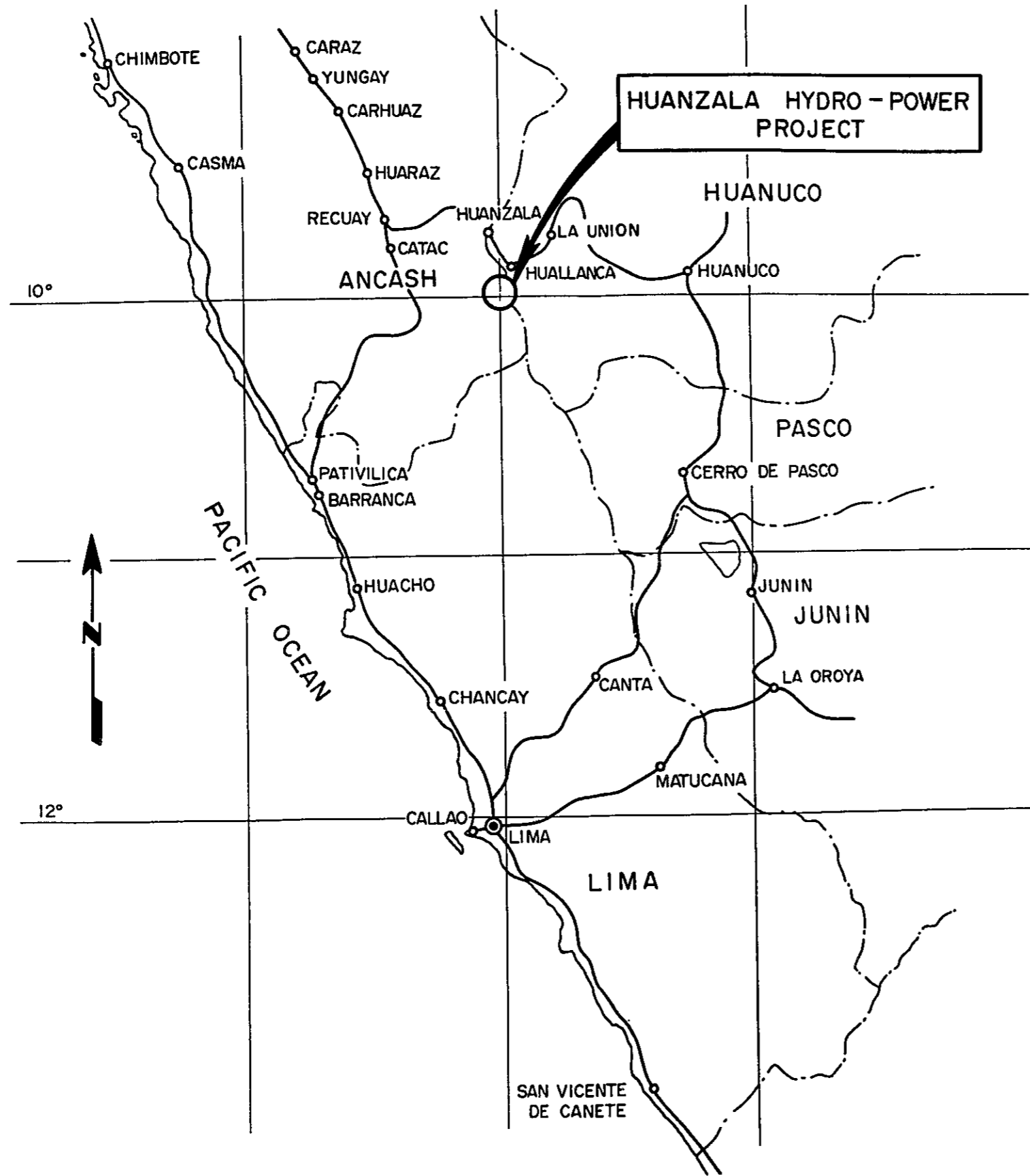
本調査が今後のワンサラ鉱山開発の推進に寄与するとともに、日本・ペルー両国の友好親善関係の促進に資すればこのうえもない喜びである。

おわりに、本調査の実施にあたり、種々御協力いただいたペルー共和国政府関係機関、在ペルー日本国大使館、外務省、通商産業省の方々に対し、深甚なる謝意を表するものである。

昭和59年2月

国際協力事業団

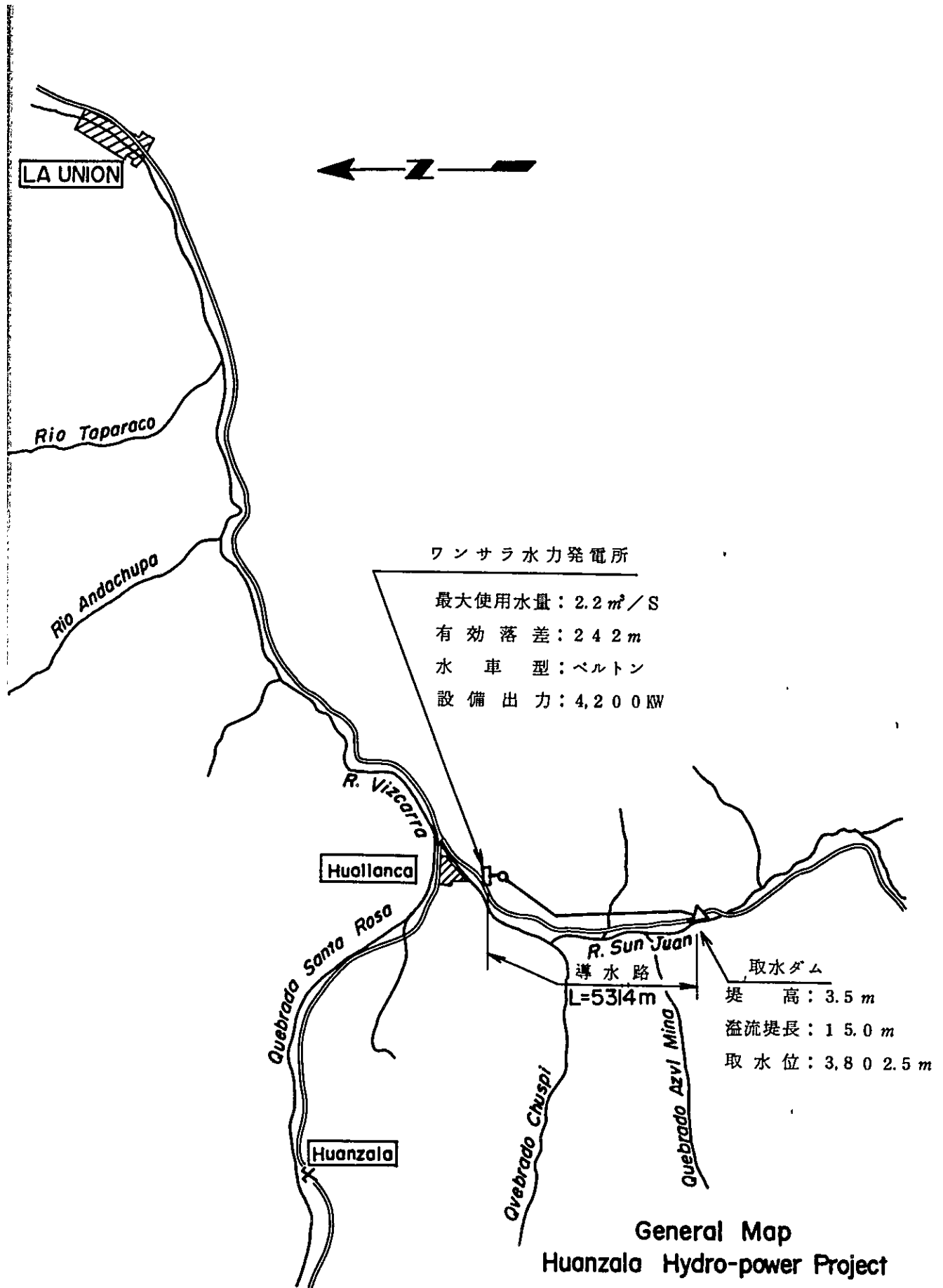
総 裁 有 田 圭 輔



ワンサラ水力発電プロジェクト位置図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
HUANZALA HYDRO-POWER PROJECT	
KEY AND LOCATION MAP	
E P D C International Ltd. TOKYO JAPAN	
D.R;	SUBMITTED;
T.A;	RECOMMENDED;
C.K;	APPROVED;
- - -	- - -

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
		REVISION	



0 5km
 ワンサラ水力発電プロジェクト一般概要図

第一編 目 次

結 論

第 1 章 緒 論

第 2 章 ベルギー共和国の一般情勢

第 3 章 ベルギー共和国と日本との関係

第 4 章 Huanzala 鉱山

第 5 章 需 要 想 定

第 6 章 発 電 計 画

第 7 章 予備設計及び建設費

第 8 章 財 務 評 価

第 9 章 経 済 評 価

図 表 リ ス ト

Fig 2-4-1	インフレーションおよび平価切り下げ率
Fig 4-1-1	ワンサラ鉱山一般図
Fig 4-3-1	ワンサラ鉱山ディーゼル発電所
Fig 4-3-2	軽油, ガソリン価格上昇率
Fig 4-4-1	軽油価格, 電力コストおよび発生電力量比率(%)の推移
Fig 4-4-2	銀, 亜鉛, 鉛価格の推移
Fig 5-2-1	ワンサラ電力系統図
Fig 5-2-2	ワンサラ鉱山最大電力の実績
Fig 5-2-3	第三水曜日における電力需要実績
Fig 5-2-4	年間粗鉱生産量および電力原単位の推移
Fig 5-3-1	ワンサラ電力系統の電力需要想定曲線
Fig 5-4-1	雨期におけるディーゼル発電補給(たき増)2種類
Fig 5-4-2	電力需給バランス
Fig 6-1-1	サンファン川流況曲線
Fig 6-2-1	現有ディーゼルの更新計画
Fig 6-4-1	水力発電計画代案の比較位置図
Fig 6-5-1	鉱山専用発電計画(3,400KW)による需給バランス
Fig 7-3-1	ワンサラ水力発電計画建設工事工程表
Fig 8-4-1	鉱山専用ディーゼル発電のみによる需給バランス
Fig 8-11-1	発電単価プロジェクション(エスカレーション 3%)
Fig 8-11-2	発電単価プロジェクション(エスカレーション 5%)
Fig 8-11-3	発電単価プロジェクション(燃料費:10%上昇)
Fig 8-11-4	発電単価プロジェクション(燃料費:20%上昇)
Fig 8-12-1	感度分析(FIRR)
Fig 9-6-1	感度分析(EIRR)

Table 2 - 6 - 1	ベルー共和国の発電設備および需要電力量
Table 2 - 6 - 2	1982年～1983年における地方電化計画
Table 3 - 1 - 1	ベルー共和国に対する円借款
Table 4 - 2 - 1	Santa Huisa 社への政府系機関からの融資
Table 5 - 1 - 1	ワジャンカおよびラ。ユニオンの電力供給状況
Table 5 - 1 - 2	ワジャンカおよびラ。ユニオンの電力需要の現状
Table 5 - 1 - 3	ベルー共和国電力一般法
Table 5 - 2 - 1	最近1ケ年間に於けるワンスラ鉱山の電力需要
Table 5 - 3 - 1	ワンスラ電力系統の最大電力 (KW) 想定
Table 5 - 3 - 2	ワンスラ電力系統の需要電力量 (KWH) 想定
Table 5 - 4 - 1	ワンスラ電力系統の需給バランス
Table 6 - 5 - 1	ワンスラ鉱山の需給バランス (3,400KW鉱山専用水力開発のケース)
Table 7 - 1 - 1	計画諸元
Table 7 - 2 - 1	工事費の比較
Table 8 - 2 - 1	電力部門コスト構成
Table 8 - 2 - 2	燃料単価の推移
Table 8 - 2 - 3	発電単価
Table 8 - 2 - 4	生産原価の部門別内訳
Table 8 - 2 - 5	生産原価に占める燃料費
Table 8 - 4 - 1	ワンスラ水力発電所建設所要資金
Table 8 - 4 - 2	設備投資表 (水力発電所を建設するケース)
Table 8 - 4 - 3	設備投資表 (水力発電所を建設しないケース)
Table 8 - 5 - 1	減価償却期間及び寿命
Table 8 - 5 - 2	総営業経費 (水力発電所を建設するケース)
Table 8 - 5 - 3	総営業経費 (水力発電所を建設しないケース)
Table 8 - 7 - 1	長期借入金 - A
Table 8 - 7 - 2	長期借入金 - B
Table 8 - 8 - 1	財務的内部収益率
Table 8 - 9 - 1	所要資金
Table 8 - 9 - 2	財務的内部収益率

Table 8-10-1	損益計算書（水力発電所を建設するケース）
Table 8-10-2	損益計算書（水力発電所を建設しないケース）
Table 8-10-3	資金繰り表
Table 8-12-1	感度分析
Table 8-12-2	資金繰り表
Table 8-12-3	返済負担比率（DSR）
Table 9-2-1	直接便益
Table 9-4-1	電力設備投資額（経済価格）
Table 9-5-1	経済的内部収益率

結 論

1. Huanzala 鉱山は1968年の開山以来、15年が経過し、現在では銀・鉛・亜鉛を産出するベルーでも優良鉱山の一つにまで成長している。現在の採掘量は285,000 ton/年であり、今後約20年間は、現在とほぼ同規模の操業が可能であろう。
2. Huanzala 鉱山の動力源であるディーゼル発電の燃料費は年々高騰を続け、Huanzala 鉱山の生産費に占める電力コストは1982年には16%に達している。それ故鉱山の長期安定経営のため、Santa Luisa 社では、低廉なコストの電力を得ることを目的として水力発電所の建設を企図するところとなった。
3. 鉱山の周辺地区 Huallanca, La Union には、現在不十分な電力供給しか行なわれていない。こうした地区から、今回の水力発電所建設に対して、電力の一部を民生用として使わせてほしいとの強い希望が出されている。Santa Luisa 社としては、地域と企業の共存という観点から、この要求に積極的に応じる意向であり、そのためにも JICA の低利融資を希望している。
4. 鉱山用および民生用の電力需要を充足するため、設備出力 4,200 KW の Huanzala 水力発電所を建設する。

なお、乾期には、水力発電所の出力が低下するので、補給用としてディーゼル発電所は残す。
5. 民生用電力需要に対しては、Huanzala 水力発電所から年間を通して、優先的に電力供給を行なうこととなろう。

渇水期には利用可能水量が減少し従って発電所出力も減少するので、同出力に対して民生用電力が大きなウェイトを占めることとなる。

即ち、800 KW を民生用電力として供給すると渇水期（約5ヶ月）には、そのウェイトは最大47%に達する。又豊水期（約7ヶ月）には19%となり通年の平均値では約31%を民生用に供給することとなる。

6. Huanzala 水力発電所の主要諸元は下記のとおりである。

取水堰堤 : 全長 30 m, 堤高 3.5 m
取水水位 : E L 3,802.5 m
導水路延長 : 4,650 m
ヘッドタンク水位 : E L 3,796.5 m
水車中心 : E L 3,547.3 m
有効落差 : 242.0 m
最大使用水量 : 2.2 m³/sec
設備出力 : 4,200 kW
可能発生電力量 : 32,187 × 10³ kWh

この発電所の建設に要する費用は、1983年価格でUS\$13,568,000、建設期間は2年と見積られる。

7. 本プロジェクトが、鉱山用民生用という2つの性格を有しているため、財務・経済評価は次の考え方にもとづいて行った。すなわち、水力発電所を建設したケースと、水力発電所を建設せず、ディーゼル発電所のみで需要をまかなうケースについての費用節約分を、投資の便益と考え、プロジェクトの収益性を計算した。

建設資金はすべて借入金で賄うものとし、借入条件は次のようにした。

全資金の70% : 金利年3%, 返済期間20年, うち据置5年

全資金の30% : 金利年8%, 返済期間7年, 据置なし

財務・経済評価は内部収益率法 (IRR法) によることとしたが、その結果は下記の通りである。

FIRR (税引後) 8.91%

EIRR 11.93%

財務・経済評価の要約は別表に示されている。

8. 税引後の財務内部収益率 (FIRR = 8.91%) の値からみて、本プロジェクトの建設には、低利長期の資金を投入することが必要となろう。

9. Huanzala 水力発電所の建設により、鉱山および民生用に低廉な電力を供給するという直接効果に加え、次にあげる種々の間接効果が期待できる。

- チーズ工場、製材工場等軽工業の振興による地域開発効果
- 発電所建設地域の道路・河川等公共施設の整備によるインフラストラクチャー改善効果
- 上下水道の整備、テレビ放送局の設置等による生活環境改善効果

また、本プロジェクトを実施することは、ペルー政府が推進中の地方電化政策へ貢献することにもなり、その意義は大きい。従来、上記政策に対するわが国の協力実績がないだけに、今回の協力は高く評価されることとなろう。

10. 以上の諸検討の結果、本プロジェクトの経済的内部収益率（EIRR）は、ペルーにおける世銀プロジェクトのEIRR水準に達しており、その開発効果は高いものと判断される。又財務的内部収益率（FIRR）は、企業経営の立場からみて満足な値とは云いがたく、加えてHuanzala 水力発電所の発生電力のなかで、優先的に給供することとなる民生用電力の比重が大きいため、本プロジェクトは、長期・低利の公的融資によって建設するにふさわしいプロジェクトであると判断される。

財 務 ・ 経 済 評 価

設 備 容 量	4,200KW
設 備 投 資 額 (1983年価格)	13,568,000\$
資 金 条 件	全体の70% 金利3%, 返済期間20年 うち据置5年 全体の30% 金利8%, 返済期間7年 据置無し
プロジェクトライフ	20年
FIRR 税引前	10.76%
税引後	8.91%
EIRR	11.93%

感 度 分 析

建 設 費	税引後FIRR	EIRR
10% up	7.77%	10.34%
10% down	10.25%	13.79%
燃 料 費		
10% up	9.93%	13.38%
10% down	7.85%	10.41%

発 電 単 価

1983	US9.1セント/KWh(既存ディーゼル発電設備による)
1987	US9.3セント/KWh(水力発電及びディーゼル併列運転)
	US11.2セント/KWh(ディーゼル発電による場合)
2006	US7.4セント/KWh(水力発電及びディーゼル併列運転)
	US16.0セント/KWh(ディーゼル発電による場合でインフレ率3%の場合)

第1章 緒論

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

第 1 章 緒 論

| | |
|---------------------|-------|
| 1.1 経 緯 | 1 - 1 |
| 1.2 報告書の目的と範囲 | 1 - 2 |
| 1.3 現地調査 | 1 - 3 |

第 1 章 緒 論

1.1 経 緯

ワンサラ (Huanzala) 鉱山はペルー (Peru) 共和国ワヌコ (Huanuco) 県ドス・デ・マヨ (Dos de Mayo) 郡ワジャンカ (Huallanca) 町に位置し、1968年に、三井金属鉱業㈱ (以下三井金属) と三井物産㈱が、7対3の割合で出資して設立されたサンタ・ルイサ㈱ (Compania Minera Santa Luisa S.A. , 資本金39億ソール、以下 Santa Luisa 社) によって開山された。現在までに15年を経過し、年間約30万tの銀・鉛・亜鉛の粗鉱を産出しており、最終的には鉛精鉱、亜鉛精鉱の2種類の製品に精製してその全量を日本に輸出している。

同鉱山山元には現在7名の日本人技術者と約800名のペルー人職員及び従業員が就労しており、上記の輸出振興面に加えて雇用機会の創出、未開発地域の開発、等の面においてもペルー共和国の発展に大きく寄与している。

この地域には、ペルー電力株式会社 (Electricidad Peru S.A. , 以下 Electro Peru) の送電網が無いので、同鉱山は自家用動力源として合計出力4,050KWのディーゼル発電設備 (計11台のユニット) を所有しているが、下記の事情により三井金属及び Santa Luisa 社は既設ディーゼル発電設備にかえて、より経済的な動力源として水力発電所を建設したい意向をもつていた。即ちペルー共和国は現在のところ輸出余力のある産油国ではあるが、採鉱開発の遅れにより、数年後には輸出余力が無くなり、輸入国に転ずる可能性もあり、政府は昨今、極力石油を節減し、これに代えて水力資源を活用するように奨励している。

このような一般情勢に加えて、ディーゼル発電用燃料の軽油価格が近年急激に上昇していること、もともと4,000m級の高地で空気濃度が低いためにディーゼルエンジンの効率が悪く (平地の約70%)、軽油の使用量が多いこと、燃料輸送面でも多くの困難を伴うこと、さらに開山時の設備投資の借入金の返済がほぼ終わったこと等の諸要因を考慮して Santa Luisa 社は数年前から Electro Peru 等の協力を得て、同鉱山周辺の河川において水力発電所の建設の可能性を調査してきた。

その結果、ほぼ3,000～4,000KW級の水力発電所建設が可能であるとの見通しを得て、この水力発電計画を実現すべく資金源を求めていた。

日本企業の全額出資によるHuanzala 鉱山は、開山以来インフラストラクチャー設備の整備等に対して、日本輸出入銀行、国際協力事業団（以下JICA）融資と、調査探鉱に対して海外経済協力基金の融資、金属鉱業事業団の補助金を受けており、そのうちのJICAからの融資は、HuanzalaとCatacの間約58kmを結ぶ鉱石輸送を兼ねた公共道路の開発にあてられ、現在もその返済が続けられている。したがって、三井金属およびSanta Luisa社は今回の水力発電所建設に当たっても、前回と同様の趣旨でJICAの融資制度を利用したい意向を持っている。

上記の融資を受けるに当たり、三井金属およびSanta Luisa社は本水力発電計画の精度をより高め、なおかつJICAの融資制度により、水力発電所を建設すべくJICAに対してフィージビリティ・スタディの実施を依頼したものであり、JICAはこの要請にもとづきEPDCインターナショナル(株)との間に「ペルー共和国ワンサラ鉱山関連施設整備計画」にかゝる業務実施契約を締結、同社をして国内事前準備作業・現地調査作業及び国内解析作業からなるフィージビリティ・スタディを実施せしめた。

1.2 報告書の目的と範囲

JICAが提供する「関連施設整備事業への融資制度」は、日本輸出入銀行もしくは海外経済協力基金の融資が、海外において実施する日本企業の開発事業そのものを融資対象とするのに対して、その開発事業に関連した諸施設に対して融資を行なうものである。この制度により実現される関連施設は単に自己企業のためだけでなく周辺の民生用としても役立つ、且つその地方の文化、経済の発展に寄与しうるものでなければならない。それ故に、本報告書では現地調査作業及び現地調査団が収集した水文資料、地質資料、地形図等の基礎的な資料、取水ダム、水路、発電所等におけるボーリング調査結果にもとづいて、水力発電プロジェクトの技術的な問題の解明と実現の可能性、財務・経済的評価を行なった。これらの諸検討を通じて、本プロジェクトがJICAの融資条件として妥当であるかどうかの検討を行なった。

1.3 現地調査

国内事前準備作業の段階では現地調査にそなえて事前に入手した地形図、その他の資料に基づき、図上で、ダムサイト、水路のルート、3案の発電所サイトを検討した。上記検討結果に基づきプロジェクトをとりまく予備知識を蓄積して現地調査を実施した。

現地調査の期間は1983年9月12日から10月21日までの40日間である。

Santa Luisa社のHuanzala 鉱山のキャンプを基地にした現地調査においては、水力発電計画地点における各種技術的・経済的事項の調査、鉱山のディーゼル発電設備の調査、Huallanca およびLa UnionのElectro Peru 事務所における地域の電力使用状況調査、住民からの聞きとり調査などを実施した。

首都Limaにおいては、Santa Luisa社の水力発電計画についての基本的考え方を確認し、同社の経理・財務調査を実施すると同時に動力鉱山省(MEM)、Electro Peruとも接触し、今回の調査に対する協力を要請するとともに、Santa Luisa社の水力発電計画に対する両者の考え方も確認した。

MEMにおいては、「Santa Luisa社が水力発電所を計画する時には、MEMとしても石油節約のために望ましい事なので、手続き、その他の面で全面的にバックアップしたい」との助言を得た。

Electro Peruとの会議においては「Santa Luisa社がHuallancaに水力発電所を建設する場合には全面的に協力をするので、Huallanca、La Unionの両地区の民生用の電力も供給してほしい。もし現在HuallancaにあるElectro Peruの既設水力発電所(156KW)が本計画に影響がある場合には、その発電所を廃止してもかまわないので、よりベターな計画を作成してほしい」また、「電力一般法の第42条の(b)項(少なくとも、設備出力の20%以上を公衆のサービスに供さなければならない)。(c)項(この権利は操業開始から30年をもって消滅し、30年後同施設は無償でElectro Peruに譲渡するものとする)の2つの条件は30,000KW以上の自家発電設備に適用されるものである。したがって3,000~4,000KW程度の本計画に直接適用されることはない。但し行政指導として、この条項に準じて20%程度の民生用電力の提供を求めることはあり得る」の2点について確認が得られた。

なお現地調査団のメンバーは下記の通りである。

| | | |
|-----|-----------------------|--------|
| 団 長 | 官 永 佳 晴 | 総 括 |
| 団 員 | 萩 尾 憲 三 ¹⁾ | 地域開発効果 |
| ” | 岡 島 昭 夫 | 土 木 |
| ” | 藤 木 英 一 ²⁾ | 土 木 |
| ” | 曾 武 川 博 道 | 地 質 |
| ” | 勝 川 宏 | 電 気 |
| ” | 広 田 昭 久 ³⁾ | 財務・経済 |
| ” | 会 田 孝 一 ⁴⁾ | 地域開発効果 |
| ” | 鷲 見 吉 彦 ⁴⁾ | 業務調整 |

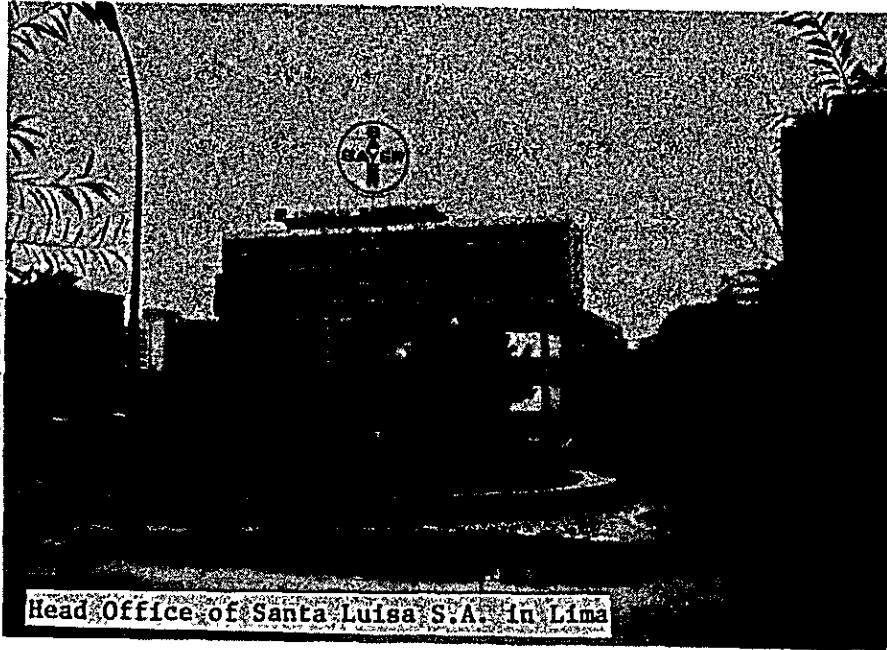
1)：通商産業省

2)：三井金属エンジニアリング㈱

3)：住友信託銀行

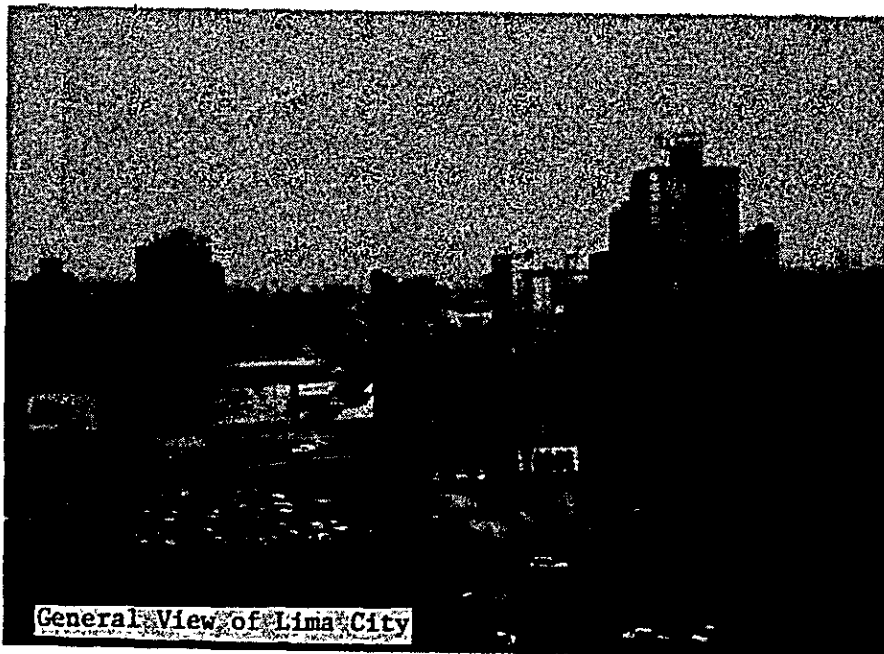
4)：国際協力事業団

Santa Luisa 本社



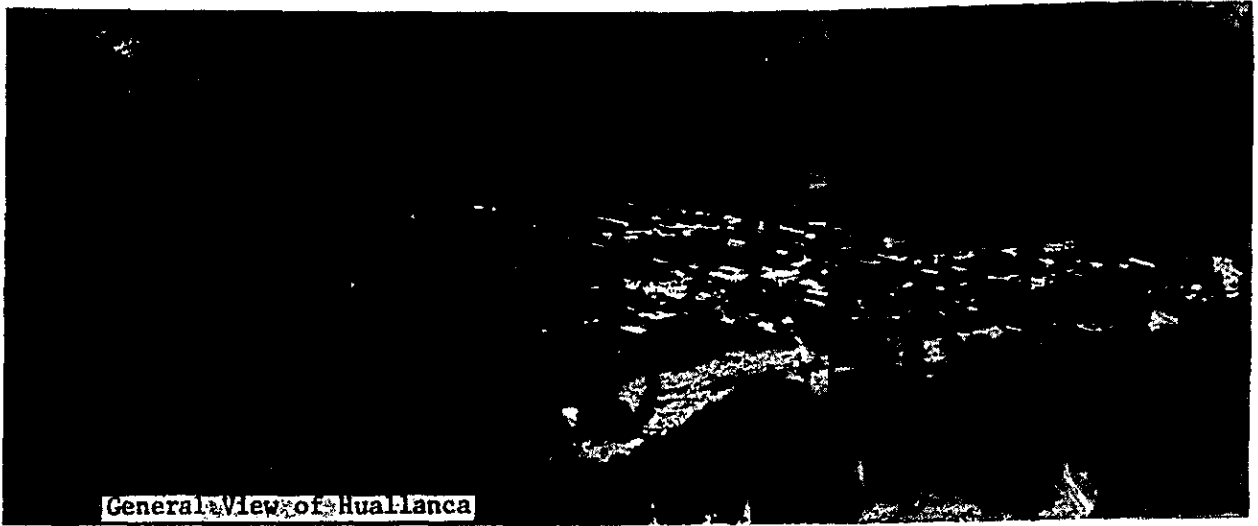
Head Office of Santa Luisa S.A. in Lima

Lima 市内
Santa Luisa 社から Lima 中心街方向を望む

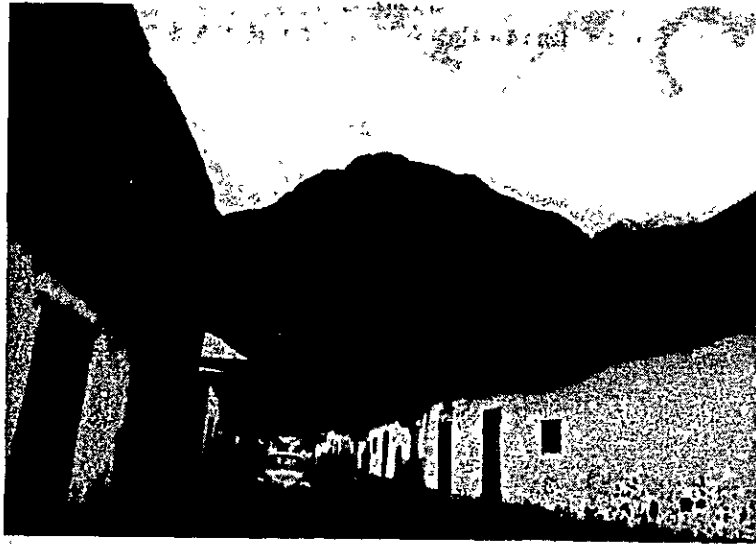


General View of Lima City

Huallanca 町全景



General View of Huallanca



第2章 ペルー共和国の一般情勢



第 2 章 ペルー共和国の一般情勢

| | | | |
|-------|---------|-------|-----|
| 2.1 | 地 理 | | 2-1 |
| 2.2 | 気 候 | | 2-1 |
| 2.3 | 人 口 | | 2-2 |
| 2.4 | 政治および経済 | | 2-2 |
| 2.5 | 鉱業および石油 | | 2-3 |
| 2.6 | 電 力 | | 2-6 |
| 2.6.1 | 一般電力 | | 2-6 |
| 2.6.2 | 地方電化計画 | | 2-7 |

第2章 ペルー共和国の一般情勢

2.1 地 理

ペルー共和国は、南米大陸西北部の太平洋に面しており、南緯 $0^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 、西経 $68^{\circ}\sim 82^{\circ}$ に位置している。国土の総面積は129万 km^2 で、日本の約3.3倍あり、南米諸国のうちではブラジル、アルゼンチンに次いで第3位の広さを持っている。

ペルー共和国の地形はきわめて変化に富んでおり、海岸地帯 (Costa)、山岳地帯 (Sierra)、密林地帯 (Selva) と呼ばれる非常に対照的な3つの地域に大別され、気候もそれぞれの地帯ごとに特色がある。

海岸地帯は太平洋岸に沿って、巾50~100 km にわたって南北に続いており、年間を通じてほとんど降雨をみないので、かんがい可能な河川にそった平野以外は不毛の砂漠である。

山岳地帯は海岸地帯の東側に位置し、海拔3,000~5,000 m のAndes山脈を形成している。海岸地帯が砂漠であるのに対して、標高1,000~3,500 m の地域では緑が濃く、本プロジェクト地域の属する海拔3,000~3,500 m の地域では、ユーカリを主体とする樹木も多くなり、年間を通じて気候も比較的温暖である。12世紀に起ったインカ帝国は海岸をさけて酸素の希薄な高原地帯に都市を築いたのもこの地帯が雨量も多く、農業、牧畜、に適しており生活条件が良かったからである。

密林地帯はAndes山脈の東部裾野から国境に至る地域で、国土の50%を占め、一面大森林で覆われている。特に東北部はイキートス (Iquitos) を中心にしてAmazon上流の流域を形成し広大な平地が展開している。

2.2 気 候

ペルー共和国は緯度からいえば熱帯地域に入るが、つめたいHumboldt海流が南から北に流れているために温帯性の気候になっている。ちなみに首都Limaの気温は最低 12°C で最高でも 30°C を超えず、年間降雨量は30 mm 程度で1年中雨らしい雨は降らない。冬

の7月～9月が雨期となるが、この時期にはLimaは寒流と暖流がぶつかって発生する霧におおわれて、ほとんど太陽を見ることがない。

近年、日本の気候に影響を及ぼしている（特に1983年の暖冬現象）ことで有名になったエルニーニョ（El Niño - 神の落し子）といわれる異常海流現象はペルー沖の海面温度が著るしく（2～6℃）上昇する現象をいい、1983年にはこの影響でペルー北部は豪雨、南部は干ばつで農作物が被害を受けると同時に漁業も大きな被害を受けた。

海拔4,000m以上のAndes高地は気温は低く、降雨量も比較的多く、雨期には雪やひょうをみることがあり、また5,000m以上の山々では氷河が発達している。

Andesの東斜面からAmazon上流の低地にかけては気温が高く降雨量も多く、熱帯性気候となりジャングルを形成している。

2.3 人口

総人口は約1,900万人（1983年、推定）で、Lima市とその近郊に全体の30%近く、600万人が居住し、近年都市集中化の傾向はますます強くなる傾向にある。その原因は、地方の電化率が低く、農業、牧畜以外に目ぼしい産業も無く、かつ出生率も非常に高いので、地方での就労の機会が得られない人達が首都Limaに流入しているためであり、首都の人口抑制のためにも政府の大きな政策として「地方電化」が計画、実行されているわけである。

人種構成は白人12%、混血40%、インディオ45%であり、政治、経済上の支配権力を握っているのは12%にすぎない白人である。

2.4 政治および経済

1968年、クーデターによってペラウンデ政権が倒されて、革命軍事政権となり、軍事政権は基幹産業を国有化するなどの革新路線を推進した。しかしこの急進的の路線もやがて行きづまり、1975年には、より中道的、現実的政策の軍事政権に交替した。1980年7月には12年間の軍政に終止符をうち、民生移管が実現、再度ペラウンデ政権が誕生

し、今日に至っている。

ペルーは他の中南米諸国に比べ、比較的産業構造が多角化されているが、元来農業、漁業、鉱業国であり、1次産品輸出の好不調が敏感に国の経済に影響する。

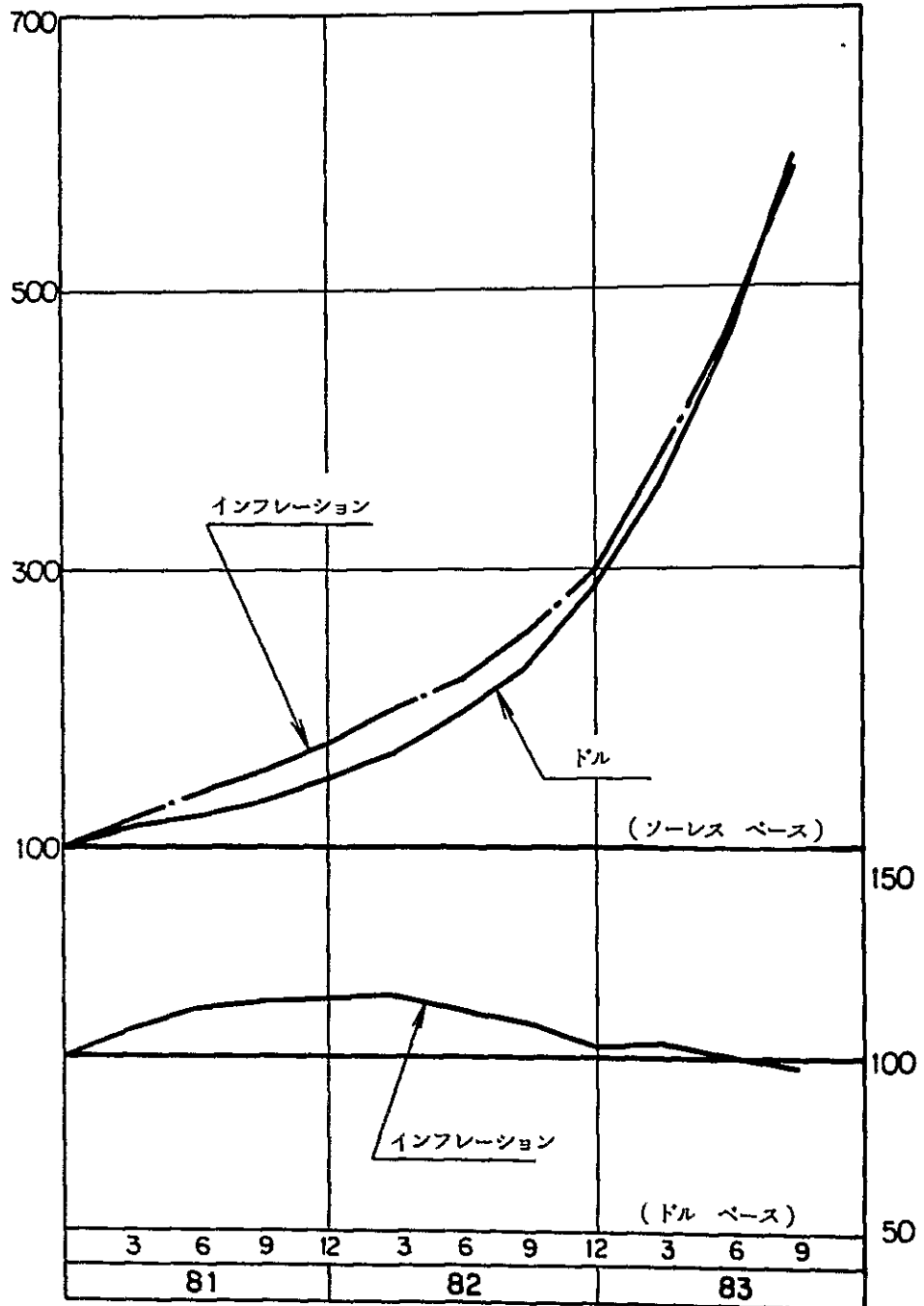
ペルーの主な輸出品は、第1に銅、銀、鉛、亜鉛、鉄鉱石などの鉱産物で輸出総額の約半分を占めており、1978年からは石油の輸出も開始された。第2に綿花、砂糖、コーヒー、羊毛などの農産物であるが、最近では繊維、セメント、薬品、加工海産物などの非伝統産品の輸出も伸長もしている。一方輸入品目の主なものは、資本財と食糧品である。

オイルショック後の1974年から1977年に至るまでは大巾な赤字に悩み、1978年にはIMFより借款をとりつけ、また対外債務の支払い繰延べを図って外貨収支のバランスを保つと共に、新経済政策を発表して、生活必需品に対する補助金の撤廃、行政改革、金利引上げ等の一連の緊縮政策をうちだして、徐々に成果をあげた。また、たまたま1978年後半から1979年にかけて、銅、銀などの鉱産物の国際市況が大巾に好転して外貨収入が激増し、1979年末の貿易収支は約14億US\$（以下\$）の未曾有の黒字となった。

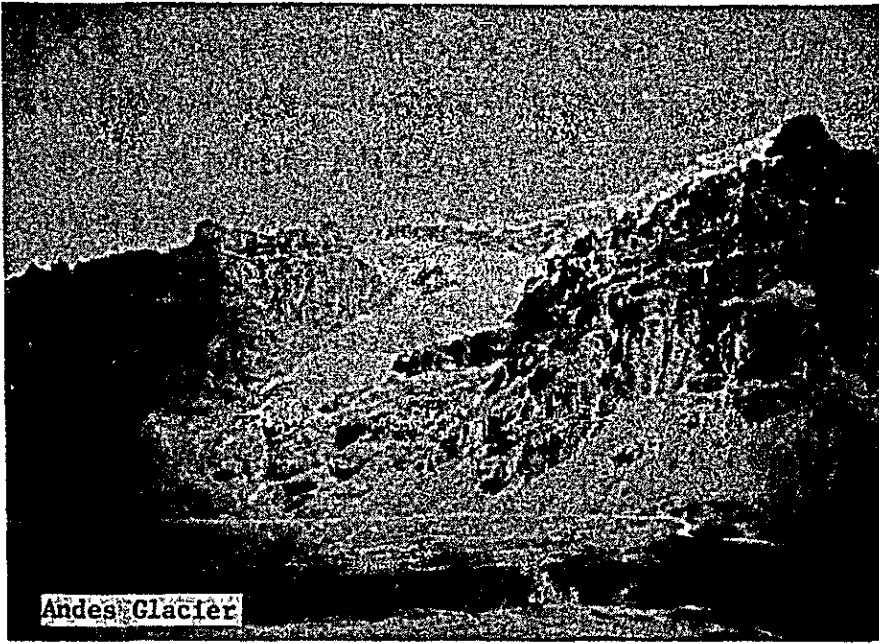
1980年の民政誕生と共に輸入が自由化され、自動車、電気製品、一般消費財等の輸入が急増して、1981年から1982年前半にかけては好景気が続き、庶民の生活も潤った。その後、鉱産物の国際市況は急激に悪化し、加えてエルニーニョ現象の発生に起因する自然災害による農業、漁業、石油の生産の落込み等のため、一転して最悪の経済状態になった。1983年3月には外国銀行団に対して、また、5月には債権国政府に対して債務返済繰り延べを要請するに至っている。

なお現在は景気後退に伴なり失業増やインフレの増大と、度重る通価切下げによる社会不安に乗じて、ストライキや極左翼によるテロ活動などが活発化しつつある。

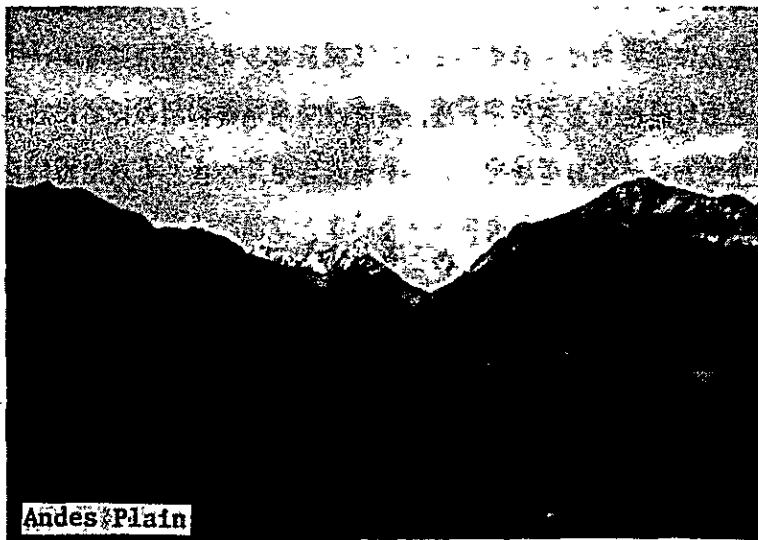
Fig. 2-4-1 インフレーション及び平価切り下げ率



Andes 冰河



Andes 平原



2.5 鉱業および石油

標高6768mのHuazcalan(ワスカラン)をはじめとして5,000m以上の高峰を連ねたAndes山脈が国土を縦走しており、国家発展の自然の障害となっているが、一方ではこの山脈は豊富な地下資源を埋蔵しており、このためペルーは古くから世界有数の鉱山国として知られている。特にペルーはベースメタルに恵まれ、銅は世界で第7位、鉛は第5位、亜鉛は第4位の生産を示し、埋蔵量についても鉛は第6位、亜鉛は第4位を占めるといわれている。

鉱業の国内総生産(GDP)への寄与率は6%程度でそれ程大きくないが、輸出総額では約半分を占めており、ペルー経済に大きく貢献している。それ故、政府は1950年法によって維持されていた鉱山開発について、1969年以降、次々と諸法令を制定して新鉱業政策を推進し今日に至っている。

一方、石油資源の探鉱は1972年後半から世界のメジャーが参加して始まったが、鉱脈発見は思わしくなく、1975年までには多くの探鉱会社が撤退し、数社を残すのみとなった。一方、1978年には、日本を始めとする外国借款により、Andes越えのパイプラインが完成して輸出が開始された。

現在の生産量は日量で約20万バレルで、うち14万バレルは国内消費され、6万バレルが輸出に振り向けられているが、埋蔵量はあまり期待できず、10年以内に輸出余力が無くなる可能性もある。それ故、政府は国内消費抑制のために石油製品価額を通価切下げ率を上まわって上昇させている。したがって、今後とも石油製品はドルベースで価額が上昇していくものと思われる。

2.6 電 力

2.6.1 一般電力

今回対象とする発電計画の特殊性にかんがみて、ペルー全国の送電網に組入れられる比較的規模の大きい発電計画(一般電力)と、地方電化計画に基づいて地方の電化率向上を目ざすミニ発電計画(地方電化)に分けて検討する。

1981年におけるペルーの発電設備および発電電力量は表2-6-1に示す通りで

ある。1日の負荷曲線は工業用の電力よりも電燈用電力の影響力が強い夜間ピーク型をしており、国民1人当りの電力消費量は550KWh/人・年程度であり、ラテンアメリカの国々の中でも最も低い国の1つである。

1982年から1983年にかけての経済状態の急激な悪化によって、産業活動が停滞すると同時に、着工すべき大規模な水力発電プロジェクトもすべて見送られているので、今後の発電設備増強計画は大巾にスローダウンすることが予想される。

2.6.2 地方電化計画

現在のペルー国民の約65%、1,200万人には電気が供給されていない。このうち500人以上の人口をもつ、2,000余の町村には電気が供給されていないか、あっても不十分な電気供給しか期待できないので、工業開発が妨げられている。

このため、政府は優先して地方電化計画を促進し、地方の産業開発を行ない、人口の都市流入を抑えようとしている。この計画に基づく小規模発電所の建設は前の軍事政権の時に開始され、現在も英国、西独、中国等の協力によって表2-6-2に示すような数百KW～数千KWのミニ水力発電所が建設中もしくは計画中である。この計画が予定通り実施されるならば、1990年には電化率は56%に達する予定である。

しかしながら、今回のHuallanca, La Union 両地区の実情調査から判明したことは、外国からの大巾な無償援助が行なわれるか、政府の投資によらないかぎり、この計画達成は非常に困難であろうということである。その理由は、これらの発電所は運転を開始して、地域の住民に電気を供給しても、彼らの大半は十分な電気料金の支払能力がないため、設備はあっても電気を満足に使用することが期待できず、償却費はもちろんのこと、運転維持に要する費用さえ満足に回収できる可能性が少ないからである。

Huallancaを例にとると、156KWの発電所で262戸に供給して得られるElectro Peruの1ヶ月の収入は日本円にして50,000～60,000円であり、一戸当りの電気代は200円程度である。これに対して職員3名（所長、事務員、運転員）の給料は合計で80,000円程度であるというから、電力料収入で人件費すらまかなえないというのが実情である。そのため、Electro Peruは需要の少ない昼間（AM8.00～PM6.00, 10時間）の運転を中止して運転員1名の給料と修善費を節約して赤字の増大を防止する対策をとっている。このような状況なので、チーズ工場や製材所を作る

ために、工業用の3相電源がほしいという地元民の要求も無視され、電気設備はあっても産業開発に利用出来ずに住民の生活も向上しないというのが現実である。今回の打合せにおいても、Electro Peruは経費節減のためSanta Luisa社が民生用の電力を供給することが出来るならば、現在の発電所は廃止する意向を示している。

今後建設されるミニ発電所は諸外国の援助があるとはいえ建設費はドルベースでも上昇傾向にある。現在のように高いインフレ率が続けば内貨（ソーレス、以下SL.）ベースでは非常にコストの高い電気となり、現金収入のチャンスの少ない地方の住民にとって発電所が建設されても電気の供給を受けることが出来ないと云う事態もありうる。

このような状況下において、JICA融資によりこの水力発電計画が実現するならば、低廉な電気供給、地方電化の促進、およびElectro Peruの経営改善に対する協力のみならず、地場産業開発、道路整備への貢献、この地域の住民に対しては就労機会の提供等々多方面にわたる開発効果が期待出来よう。

Table 2-6-1 ベルギー共和国の発電設備および需要電力量

| | | <u>1979</u> | <u>1980</u> | <u>1981</u> |
|-----------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 人 口 | (10 ³ 人) | 17,290 | 17,780 | 18,260 |
| 発 電 設 備 | 水 力 (MW) | 1,633 | 1,861 | 1,918 |
| | 火 力 (MW) | 1,280 | 1,331 | 1,364 |
| | 計 (MW) | 2,913 | 3,192 | 3,282 |
| 需 要 電 力 量 | 水 力 (10 ⁶ kWh) | 6,543 | 7,622 | 7,800 |
| | 火 力 (10 ⁶ kWh) | 2,709 | 2,183 | 2,300 |
| | 計 (10 ⁶ kWh) | 9,252 | 9,805 | 10,100 |
| | 伸 び 率 (%) | 5.6 | 6.0 | 3.0 |
| 一 人 当 り 年 間 電 力 消 費 量 | (kWh) | 535 | 551 | 553 |

Source: World Energy Statics

Table 2-6-2 1982年～1983年における地方電化計画

| 位置 | 資金源 | ユニット数
水力ワット数
(kw) | 人口 | 送電開始年 | 備考 |
|----------------------|---|-------------------------|--------|-------|-----------------------------|
| ANCASH | | | | | |
| Huari | Cofide (Bank of Peru) | 1 | 11,400 | 1983 | En construcción (1) |
| San Marcos | Republica Popular China | 1 | 1,200 | 1982 | En construcción (2) |
| AMAZONAS | | | | | |
| Bagua | Reino Unido (English) | 1 | 2,000 | 1985 | En evaluación |
| APURIMAC | | | | | |
| Chuquibambilla | República Popular China | 2 | 2,000 | 1983 | En construcción (3) |
| Antabamba | Cofide | 1 | 70 | 1982 | En construcción (4) |
| Abancey | Reino Unido | 1 | 1,000 | 1985 | En evaluación |
| Andahuaylas | Reino Unido | 1 | 1,000 | 1985 | En evaluación |
| Villar Chiora | Por Concertar | 1 | 50 | 1983 | En construcción (5) |
| Sabalno | Por Concertar | 1 | 28 | 1983 | En construcción (6) |
| Pomacocha | Por Concertar | 2 | 125 | 1983 | En construcción (7) |
| Acobamba | Por Concertar | 1 | 95 | 1983 | En construcción (8) |
| AREQUIPA | | | | | |
| Viraco-Machahuay | Cofide | 1 | 180 | 1982 | En construcción 9 |
| Huanca | República Popular China | 1 | 75 | 1982 | En construcción 10 |
| Camaná | Cofide | 1 | 600 | 1984 | Por iniciar construcción 11 |
| Santa Rita de Sibvas | Republica Federal de Alemania
(W. Germany) | 1 | 160 | 1984 | Donación 12 |
| Caraveli | Por Concertar | 1 | 1,100 | 1983 | Por iniciar construcción 13 |
| Cotahuasi | Por Concertar | 1 | 50 | 1983 | Por iniciar construcción 14 |
| Camaná | Reino Unido | 1 | 2,000 | 1985 | En evaluación 15 |
| Madrigal | Reino Unido | 1 | 800 | 1984 | En evaluación |
| Coica | Reino Unido | 1 | 500 | 1984 | En evaluación |
| AYACUCHO | | | | | |
| Pausa | Cofide | 1 | 200 | 1982 | En construcción 10 |
| Chavina | Cofide | 1 | 280 | 1982 | En construcción 17 |
| | Republica Popular China | 2 | 125 | 1983 | En construcción 18 |

| <u>Location</u> | <u>Financial Resource</u> | <u>No. of Unit</u> | <u>Hydro-potential (kw)</u> | <u>Population in 1981</u> | <u>Commissioning Year</u> | <u>Remarks</u> |
|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| Huancasancos | República Popular China | 2 | 55 | 3,400 | 1983 | En construcción 19 |
| Incuyo | República Federal Alemana | 1 | 160 | 800 | 1984 | En construcción 20 |
| Laramate | República Federal Alemana | 1 | 200 | 1,100 | 1984 | En estudio 21 |
| Ayacucho | Reino Unido | 1 | 5,000 | | 1985 | En evaluación |
| Puquio | Reino Unido | 1 | 1,000 | | 1984 | En evaluación |
| CAJAMARCA | | | | | | |
| Pomahuaca | Cofide | 1 | 65 | 600 | 1982 | En construcción 22 |
| Namora | República Popular China | 1 | 75 | 900 | 1982 | En construcción 23 |
| Cutervo | A.I.D. | 2 | 500 | 6,800 | 1984 | En estudio 24 |
| Cajamarca | A.I.D. | 2 | 400 | 6,900 | 1984 | En estudio 25 |
| St. Cruz de Suán | A.I.D. | 2 | 400 | 4,100 | 1984 | En estudio 26 |
| Celendín | A.I.D. | 2 | 800 | 8,500 | 1985 | En estudio 27 |
| Cajamarca | Reino Unido | 1 | 5,000 | | 1985 | En evaluación |
| Chota | Reino Unido | 1 | 1,000 | | 1984 | En evaluación |
| Jaén | Reino Unido | 1 | 2,000 | | 1985 | En evaluación |
| Pucará | A.I.D. | 1 | 420 | 3,300 | 1985 | En estudio 28 |
| San Marcos-Ichucan | A.I.D. | 2 | 125 | 4,100 | 1985 | En estudio 29 |
| CUSCO | | | | | | |
| Quincemil | República Popular China | 2 | 55 | 1,000 | 1983 | En estudio 20 |
| Paucartambo | Por Concertar | 1 | 312 | 2,200 | 1983 | En construcción 31 |
| Pomacanchis | Reino Unido | 1 | 2,000 | | 1984 | En evaluación |
| Huánuco | Reino Unido | 1 | 4,000 | | 1985 | En evaluación |
| Tantamayo | República Popular China | 1 | 160 | 300 | 1983 | En construcción 32 |
| HUANUCO | | | | | | |
| Pichanaqui | Cofide | 2 | 625 | 9,400 | 1983 | En construcción 33 |
| Chongos-Alto | A.I.D. | 1 | 850 | 6,000 | 1984 | En estudio 34 |
| Tarma | Reino Unido | 1 | 2,000 | | 1985 | En evaluación |
| La Merced | Reino Unido | 1 | 2,000 | | 1985 | En evaluación |
| Satipo | Reino Unido | 1 | 3,000 | | 1984 | En evaluación |
| LAMBAYEQUE | | | | | | |
| Oyotán | Reino Unido | 1 | 500 | | 1984 | En evaluación |
| Motupe | Reino Unido | 1 | 800 | | 1984 | En evaluación |

| | <u>Location</u> | <u>Financial Resource</u> | <u>No. of Unit</u> | <u>Hydro-potential (kw)</u> | <u>Population in 1981</u> | <u>Commissioning Year</u> | <u>Remarks</u> |
|-------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| LA LIBERTAD | Otuzco | Reino Unido | 1 | 800 | | 1984 | En evaluación |
| LIMA | Canta | República Popular China | 1 | 250 | 2,700 | 1982 | En construcción 35 |
| | Santa Leonor | República Popular China | 2 | 100 | 700 | 1983 | En construcción 36 |
| | Hongos | República Popular China | 2 | 125 | 600 | 1982 | En construcción 37 |
| | Ravira-Pacaras | República Popular China | 2 | 75 | 400 | 1983 | En construcción 38 |
| | Yungas | D.L. 163 | 1 | 75 | 300 | 1982 | En construcción 39 |
| | Oyón | Reino Unido | 1 | 1,000 | | 1984 | En evaluación |
| | Cajetambo | Por Concertar | 2 | 220 | 2,500 | 1984 | En construcción 40 |
| | Quinches | Por Concertar | 2 | 175 | 1,400 | 1983 | En construcción 41 |
| | Santo Domingo de Naya | Por Concertar | 2 | 120 | 700 | 1983 | En construcción 42 |
| | Cotahuasi | Donación | 1 | 15 | | 1982 | En estudio |
| PASCO | Pozuzo | Cofide | 2 | 485 | 300 | 1984 | En estudio 43 |
| | Huachón | República Federal Alemana | 1 | 120 | 2,000 | 1984 | En estudio 44 |
| PIURA | Morropón | Reino Unido | 1 | 800 | | 1984 | En evaluación |
| SAN MARTIN | San José de Sisa | Cofide | 1 | 130 | 4,500 | 1982 | En construcción 45 |
| | Tabalosos | Cofide | 1 | 376 | 6,000 | 1982 | En construcción |
| SAN MARTIN | Moyobamba | Reino Unido | 1 | 5,000 | | 1985 | En evaluación |
| | Tarapoto | Reino Unido | 1 | 3,000 | | 1985 | En evaluación |
| | Juanjul | Reino Unido | 1 | 2,000 | | 1985 | En evaluación |
| TUMBES | Tumbes | Reino Unido | 1 | 10,000 | | 1985 | En evaluación |

NOTA: (1) El Programa de Cooperación Técnica de la República Federal Alemana comprende adicionalmente la ejecución de 5 Proyectos Piloto de alcance microregional.
(2) Dentro del programa de la AID se encuentran en la fase de Estudio y delimitación 20 proyectos adicionales.
(3) Los proyectos con financiación "Reino Unido" tiene carácter referencial y serán ajustados con los estudios respectivos.
(4) La Fuente de financiamiento se refiere a la adquisición de grupo hidráulico. Las obras civiles y montaje serán financiados con todos del D.L. 163.

第3章 ペルー共和国と日本との関係

20

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

第3章 ペルー共和国と日本との関係

1899年(明治32年)に第1回の移民がペルーに渡り、以後第2次世界大戦直前までに203回の航海を重ねて移民が実施され、現在では二世、三世も含めて約70,000名の日系人社会が構成されるに至っている。日系人の数はブラジルに次いで南米第2位である。

日本とペルーの経済関係は、日本がペルーから銅、鉛、亜鉛などの鉱物資源と、綿花、砂糖、コーヒーなどの農産物を輸入し、ペルーへの産業機器などの資本財を輸出する相互関係にある。1981年には輸出3.5億\$, 輸入6.0億\$, 1982年には輸出3.2億\$, 輸入5.4億\$と、最近では日本の輸入額が輸出額を上まわっている。

また、ペルーには日本からの進出企業が多く、本件に関係する三井金属鉱業(株)をはじめとして、味の素(株)、トヨタ自動車(株)、日産自動車(株)、旭化成(株)、松下電器産業(株)、日本捕鯨(株)等の企業がLimaを中心に工場を設けている他、JICA、OECF、JETRO等の政府系機関、総合商社等約50社が進出しており、駐在員数も200余名に達している。

技術協力面では、日本はペルーに対しJICAを通じて、水産、農業、電気通信、職業訓練、鉱山保安、電力、医療などの広汎な分野に対して研修生の受入れ、専門家の派遣、開発プロジェクトの調査等を実施している。

また経済協力の面では1971年から海外経済協力基金(OECF)、日本輸出入銀行(EXIM)を通じて電力、電気通信、農業等のプロジェクトに長期、低利の資金融資を行なっている(表3-1)。

このように両国は距離的には大きくへだたっているものの、文化的、経済的には古くから密接な協力関係にあり、今後ともこの協力関係はますます拡大される方向にあるものと思われる。

Table 3-1-1 対ペルー円借款

| 供与取り
きめ年 月 | 名 称 | 供与額
(億円) | 供与条件 | | 融資機関 |
|---------------|-----------------------------|-------------|-------|---------|------|
| | | | 金利(%) | 返済期間(年) | |
| 1971.12 | Lima-Chimbote間送電線および変電所建設Ⅰ) | 5,400 | 3.5 | 25(7) | OECF |
| 1972.2 | Talara肥料工場建設 | 13,600 | 5.5 | 20(5) | EXIM |
| 1972.3 | マイクロウェーブ通信施設設置 | 4,000 | 5.5 | 20(5) | EXIM |
| 1976.9 | Lima-Chimbote間送電線および変電所建設Ⅱ) | 1,500 | 3.5 | 25(7) | OECF |
| 1978.3 | マイクロウェーブ通信施設増設 | 3,600 | 5.0 | 20(7) | OECF |
| 1980.3 | 運輸通信省, 動力鉱山省関係5つの開発プロジェクト | 7,591 | 4.25 | 25(7) | OECF |
| 1983.4 | リマ首都圏電話網拡充事業 | 9,870 | 4.25 | 25(7) | OECF |

(内据置期間)

第4章 Huanzala 鉞山

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300

第 4 章 Huanzala 鉱山

| | | |
|-----|------------------|--------|
| 4.1 | 沿革および将来 | 4 - 1 |
| 4.2 | 日本からの公的融資 | 4 - 7 |
| 4.3 | ディーゼル発電設備 | 4 - 8 |
| 4.4 | 鉱山経営における設備投資の考え方 | 4 - 14 |

第4章 Huanzala 鉱山

4.1 沿革および将来

Huanzala 鉱山の発見は古く、スペイン植民地時代と言われており、今世紀のはじめにペルー財界の有力者である Piaggio 氏が鉱区を取得し、同氏と Cerro de Pasco 社が探鉱にのり出したが成功しなかった。

1961年に三井金属の地質技師が調査を行ない、有望な鉱区であることが判明したので1964年に三井金属が鉱業権を取得し、Santa Luisa 鉱業協会の全株式買収オプション契約を締結した。

1965年2月から1966年3月にかけて試錐と坑道による探鉱を実施した結果、鉱量200万t、品位は鉛・亜鉛合計で20%以上であることが判明、三井金属と三井物産協会は1966年10月から、オプションを行使して Santa Luisa 社の全株式を取得して直ちに探鉱活動を開始した。

その後1年半という短期間のうちに坑道、選鉱場、発電所等の生産設備と、宿舍、学校、病院および精鉱輸送用の道路等の付帯設備が完成して、1968年4月には粗鉱生産量500t/日規模で操業を開始するに至った。

ひきつゞき、Santa Luisa 社では隣接部の調査をすゝめ、新たな鉱区取得を行なうと同時に、粗鉱生産規模も逐次拡大し、1976年には1,050t/日に達したが、1982年以降は950t/日規模で生産を続けている。

現在確認されている鉱量は約450万tであり現在と同規模の日産950t、年産285,000t体制で探鉱を続けるとして、15年程度の埋蔵量があり、新たな鉱脈の発見も期待されているので、この鉱山の寿命は今後少なくとも20年と考えられる。

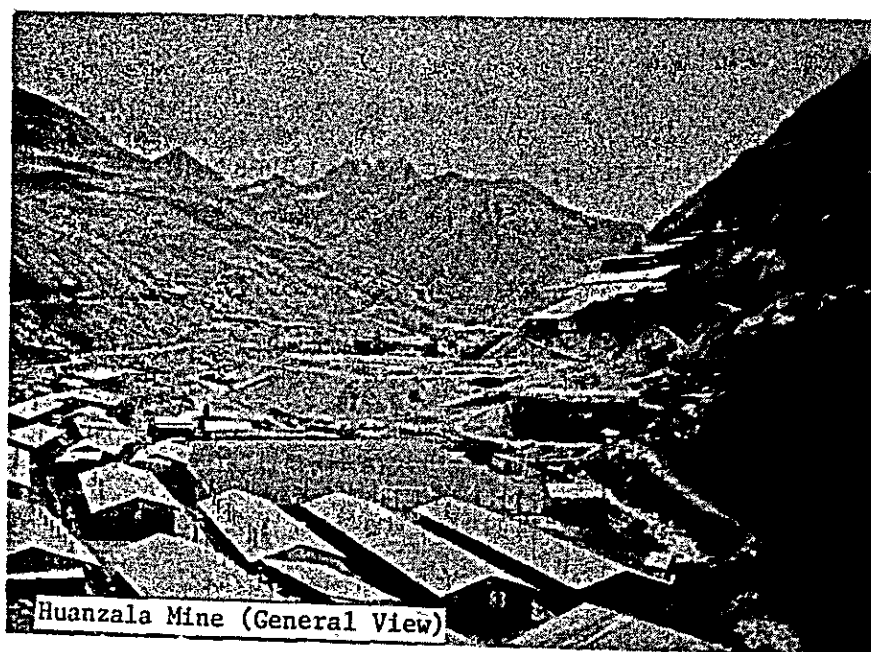
操業開始当初は、銅、鉛、亜鉛の3種の精鉱を産出していたが、Huanzala 本坑に加えて Recuerdo 坑の開発がすゝみ、その出鉱比率が増加してくると共に、銅品位が低下、1979年以降は銅精鉱の分離回収を中止し、現在では鉛、亜鉛の2種類の精鉱を産出している。精鉱としては鉛、亜鉛の2種類であるが、銀の含有率が高いのが Huanzala 鉱山の大きな特徴であり、Santa Luisa 社の精鉱売上高は銀の価格に左右されるといっても過

言ではない。

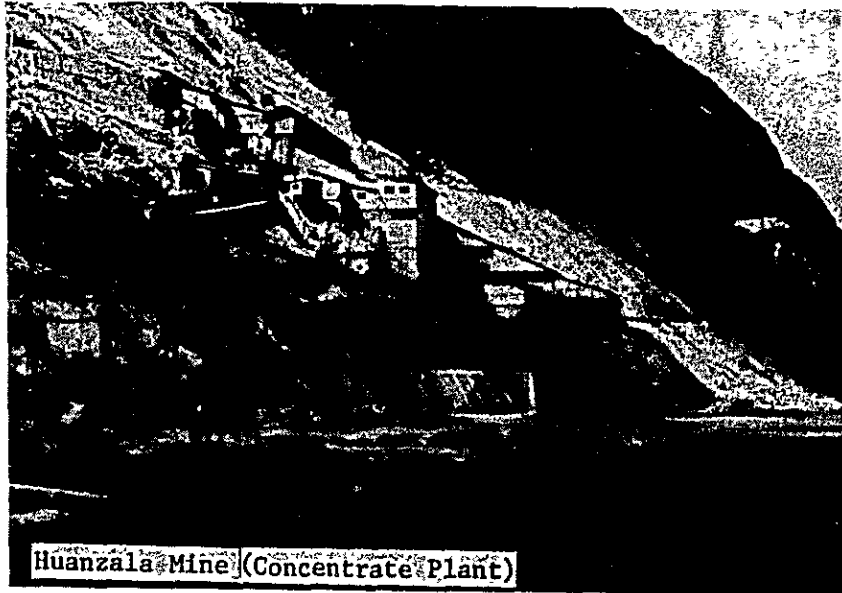
Huanzala 鉱山はペルーでも数少ない優良鉱山であり、鉛精鉱生産量第6位、亜鉛精鉱生産量第4位にあり、ここで生産される精鉱は全量日本へ輸出され、八戸製錬所で銀、鉛、亜鉛等に製錬されている。

現在の銀価格上昇による収益を背景に、法律に義務づけられた社宅の増改築、学校・教会・病院等の設備改善をすすめており、JICAの融資が得られるならば早急に水力発電所の建設にも着手する計画である。

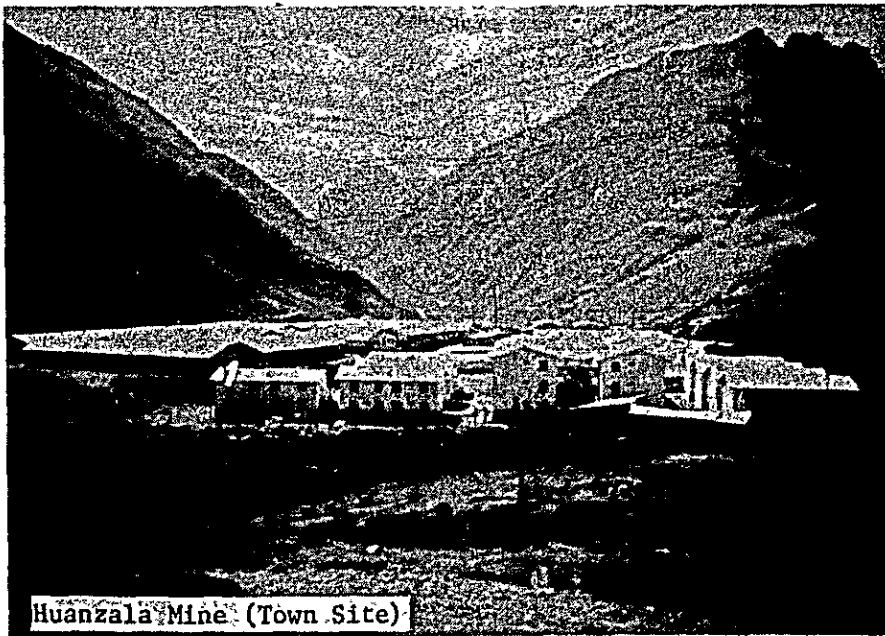
Huanzala 鉱山全景

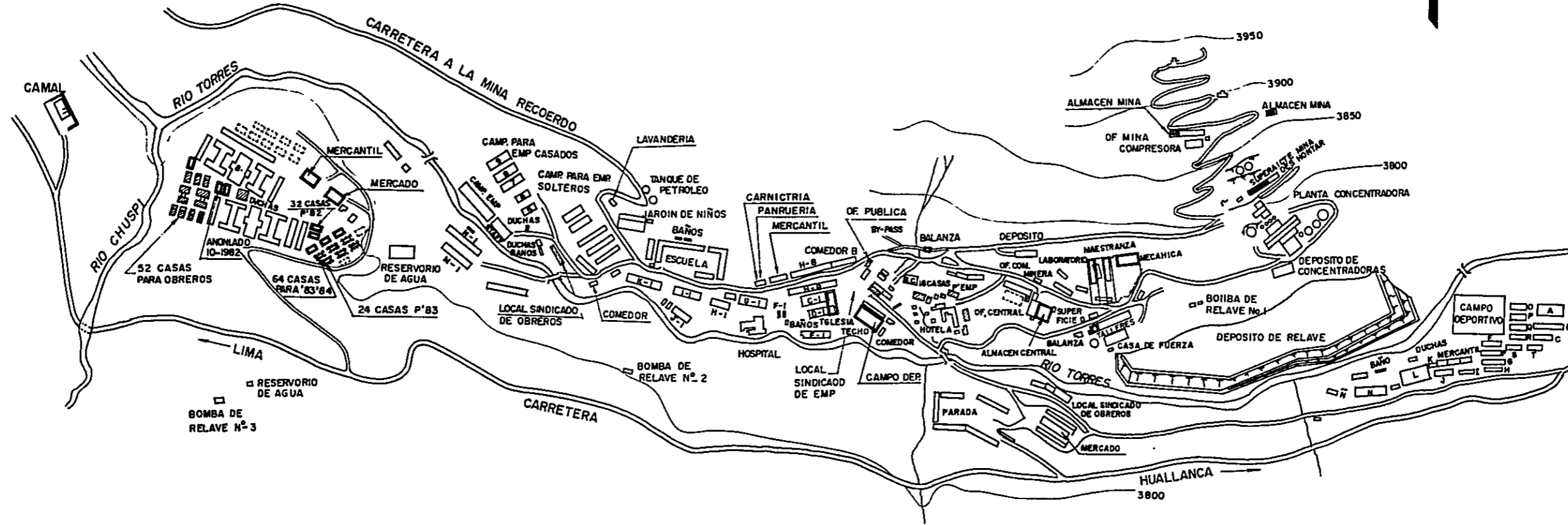


Huanzala 鉞山 (選鉞工場)



Huanzala 鉞山新設中の社宅





- NOTA 1982-OCT-20
 [] CAMPAMENTO
 [] TALLERES
 [] ALMACEN
 [] BALANZA
 [] GRIFO
- NOTAS 1981-DIC.-14
 [] : CONSTRUCCIONES EFECTUADAS
 [] : CONSTRUCCIONES PARA '82
 [] : CONSTRUCCIONES PARA '83 r'84

Fig. 4-1-1
ワンサラ鉱山一般図

| | |
|--|--------------|
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY | |
| ワンサラ鉱山一般図 | |
| EPDC International Ltd.
TOKYO JAPAN | |
| DR. | SUBMITTED. |
| TR. | RECOMMENDED. |
| CX. | APPROVED. |
| - - - | - - - |

| LOCATION | DATE | DESCRIPTION | BY |
|----------|------|-------------|----|
| | | REVISION | |

Page 5

1

1

4.2 日本からの公的融資

Huanzala 鉱山の開発については、当初から海外鉱物資源確保の重要性という見地から、政府系機関からの融資が行なわれている。すなわち、本鉱山の企業化に関連する選鉱設備、ディーゼル発電機等の主要な機械類はほとんど日本から輸入したので、この輸入物件に対して、開発時および増設時の2回にわたり計3.2億円の日本輸出入銀行の融資が行なわれた(開発時2.4億円、増設時8億円)。また、本鉱山の探鉱のため、1971年には海外経済協力基金から3億円の融資が行なわれた。

1973年から現在まで継続して、金属鉱業事業団の海外地質構造調査制度により、周辺地域を含めて約7億円の補助金がSanta Luisa社に対して投入されている。

この金属鉱業事業団からの補助金は、調査の結果、成果が上がって採掘を行なっても、収益がなければ補助金の納付(返済)の必要はない。Huanzala 鉱山の場合、採掘の結果収益があがっているので、同事業団と三井金属の間でその納付方法について協議がなされている。もし、納付(返済)がなされるならば、この補助金も“融資”とみなすことも可能であろう。

さらに本鉱山の精鉱の輸送ルートとしては、開発初期にはAquia(アキア)、Chiquian(チキアン)を經由して、Callao(カジャオ)港に至る420kmのルートがあった。しかし、道路状態が悪く、大型トラックが使用できず、かつ、かなりの時間を要したので輸送コスト低減のために、Huanzala 鉱山からCatac(カタック)に至る58kmの道路を新設し、Catac, Pativilica(パティビリカ)を經由してCallao港に至る440kmのルートを開発した。この道路建設のため約4億円のJICA融資がなされ、Santa Luisa社は現在もその融資の返済を続けている。

表4-2-1 Santa Luisa社への政府系機関からの融資

| 融資年 | 目的 | 借入先 | 融資額 | 完済年 |
|-------|------|---------------|----------|------|
| 1963 | 鉱山開発 | 輸出入銀行, 市中銀行 | 2,466百万円 | 1973 |
| 1971 | 探鉱開発 | 海外経済協力基金 | 353 | 1980 |
| 1973 | 増産設備 | 輸出入銀行, 市中銀行 | 782 | 1979 |
| 1975 | 道路開発 | 国際協力事業団, 市中銀行 | 445(註) | 1986 |
| 1973~ | 探鉱開発 | 金属鉱業事業団 | 673 | - |

(註) このうち、331百万円がJICAにより融資されている。

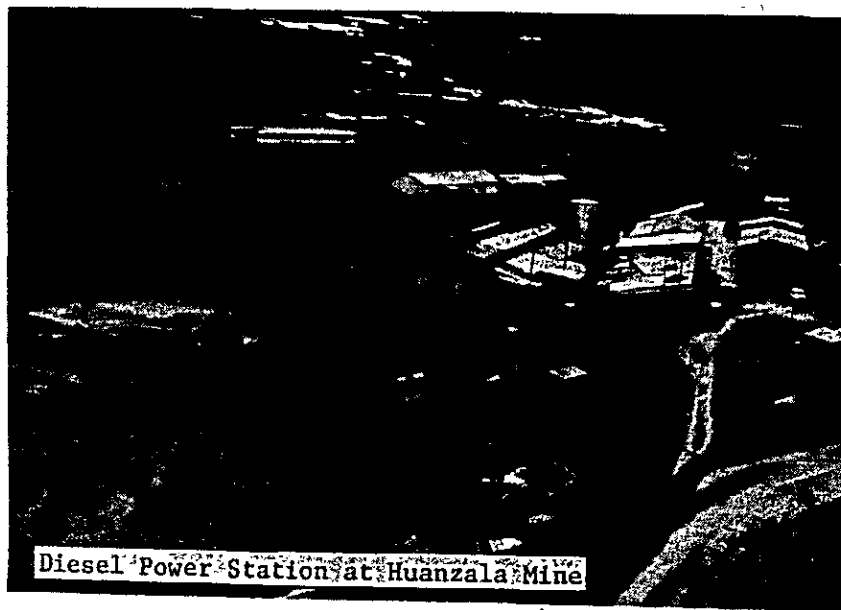
4.3 ディーゼル発電設備

Huanzala 鉱山は標高 4,000 m の高地にあり、空気密度の低下によりディーゼル発電機は大巾な効率低下がみられる（平地の約 70%）。開山時には水力発電所の建設も検討されたが、乾期の利用可能水量が充分でないため水力発電のみで 100% の所要電力をまかなうことが出来ず、ディーゼル発電と併設にならざるを得ないので、このような二重投資をさけるため水力発電所案は見送られた。

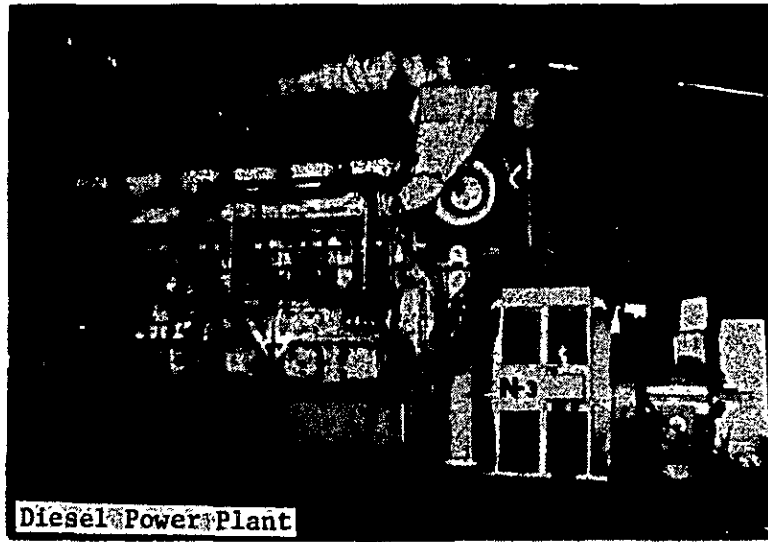
開山当初は、1,800KW（450KW 4 台で 1 台は予備）のディーゼル発電機が設置されたが、その後の生産設備増強計画に合わせて発電設備も増強され、現在では常時出力 4,050 KW の設備となっている。

1980 年以來の相次ぐ燃料価格の上昇と使用電力量の増加が重なって、電力コストが大巾に上昇してきている。この電力コストの低減をはかるため、開山当初の借入金の返済が JICA 融資分を除いて、完了したのを機会に、鉱山用の主動力源をディーゼル発電から水力発電に転換することが、検討されることになった。

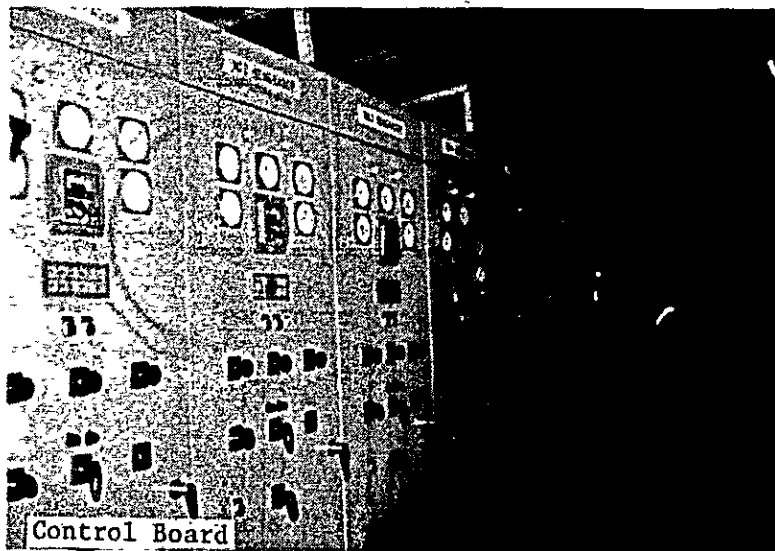
Huanzala 鉱山ディーゼル発電所



ディーゼル発電機



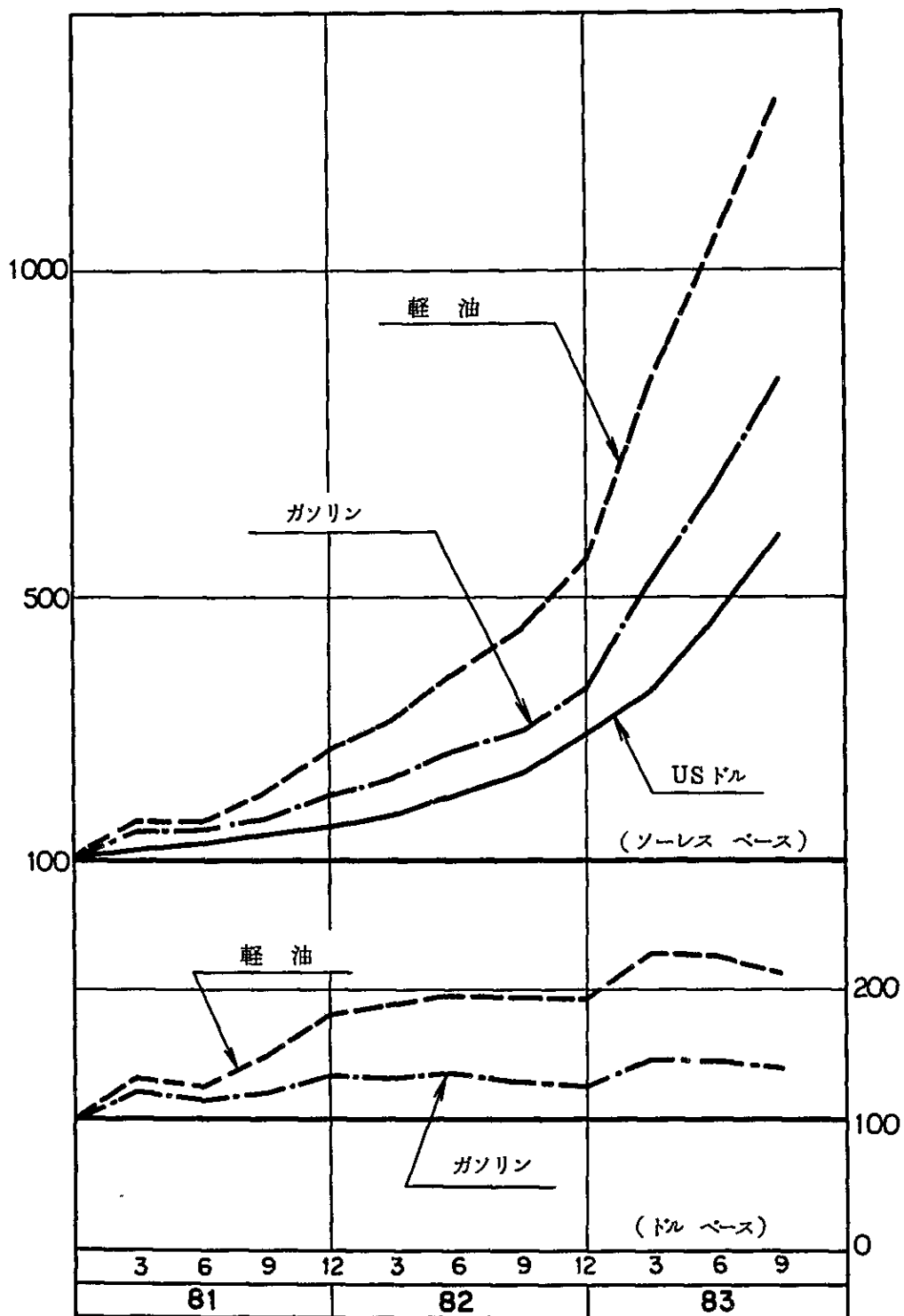
配電盤



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Fig. 4-3-2 軽油、ガソリン価格上昇率



4.4 鉱山経営における設備投資の考え方

鉱山を採掘し、開発し、十分な採算を得て成功するに至る例はきわめて少ないといわれており、ましてやそれが海外における事業となれば、その成功はより一層むづかしくなる。しかし、国内資源が十分でない我が国にとっては、資源を海外に求めることはますます重要な課題となってくる。この意味で三井金属によって開発された Huanzala 鉱山の果たしている役割は大きい。この Huanzala 鉱山は、今後ともその発展が期待されており、このためには精鉱生産コストの16%をしめる(1982年)電力コストを引下げることが、重要な施策の一つである(図4-4-1)。今後、粗鉱生産量は一定としても、電力使用量、燃料油価格ともに毎年上昇していくことが予想されるので、このまゝディーゼル発電にたよるならば、上記の電力コストのウェイトはますます大きくなり経営を圧迫する要因の一つになるであろう。それ故、電力コストの低い水力発電所を建設することが、Huanzala 鉱山にとって急務となる。

水力発電所は初期投資こそ大きいものの、寿命は40年以上と長く、償却がすゝめばますます発電コストは安くなるので、鉱山の長期安定経営のために寄与するところが大きい。Santa Luisa 社は、開山当時の借金返済をほぼ終えており、ただちに水力発電所の建設に着手することが良策と考えられる。

鉱山経営において自家用の水力発電設備を持つという事は、その鉱山が優良鉱山として認定されたに等しいといわれ、単に電力コストを引き下げるだけでなく、従業員も長期的にその鉱山で働くことが可能になるので、労働意欲がわき定着率も良くなると言われている。それ故、優良鉱山が自家用水力発電所を持っているケースは非常に多い。

しかしながら、水力発電所の建設には大きな初期投資が必要となるので、鉱山経営の面からみて下記のような事項を十分に検討したうえで、新たな投資を行なうかどうかの決断を下す必要がある。

- (a) 鉱山の寿命と設備の償却；鉱山の開発に当っては、ほぼ10年分の埋蔵量が確認されれば開発に着手する。採掘と平行して次の鉱脈を探して生産を継続もしくは拡大していくが、新たな鉱脈が見つからなければ売却もしくは縮小、閉山の道をたどる。それ故中小鉱山の設備投資については、ほぼ10年以内で償却するのが通例であるという。一方、水力発電所は寿命が長く、一般的には償却期間は40年程度としている。

このように鉱山の設備償却と水力発電所の償却期間のとり方にはかなり考え方の違いがある。現在少なくとも15年分の埋蔵量があり、更に若干の新規鉱脈が期待されていることを考慮して、水力発電所の償却期間は20年程度とするのが妥当であろう。

- (b) 製品の国際価格の変動；金、銀、銅、鉛、亜鉛等の非鉄金属の価格は、その個々の製造コストに関係なく、ロンドンもしくはニューヨークの取引所における国際的な相場で決定される。それ故、その鉱山が産出する主要鉱石の国際価格がどこまで下落した時に鉱山経営が維持できなくなるかを、経営者はたえず考慮しておかなければならない。

Huanzala 鉱山の主要産物は量的には亜鉛、鉛、銀の順であるが、金額的には、現在は銀が約50%をしめている。この銀の価格変動を見ると、1979年には1トロイオンス（TOZ・31.1g）40\$まで上昇したのに、1982年には5\$/台にまで下がり、現在は8\$前後になっている（調査時点の1983年には平均11\$/TOZであった）。したがって、経営者は、銀価格が5\$/TOZ程度に下がった場合の経営状態についても考えておく必要がある。（図4-4-2）

- (c) 為替差損益の発生；現在、ペルー共和国では、インフレの昂進により、大巾な通貨切下げが続いている。1983年始めには1\$=992 SL.であったものが、年末には1\$=2265 SL.まで切下げられており、早急に為替の安定を望むのは困難である。一方、Santa Luisa 社の財務状況においては、外貨債権、外貨債務両方とも発生している。売上げは商品の国際価格をベースに\$建てで決まるが（外貨債権）、運転資金、設備資金としてドルローンや円ローン等を借りている（外貨債務）ので、為替変動が会社経営に与える影響は大きい。すなわち、為替が下落している時には、売上げについては差益が発生するものの、ドルローンや円ローンについては差損が発生する。ちなみに、1982年では差損が差益を凌駕し、差し引き200万\$以上の差損が発生している。

今後10年も20年も、昨今のような大巾な為替差損が発生すると考えることは必ずしも現実的ではないが、鉱山経営の立場からは、大巾な為替差損

が発生する事態も十分に考慮しておく必要がある。

- (d) 投資限度額；Santa Luisa社は、現在の年間収入がほぼ2,000万\$であり、もろもろの不確定要素を考慮すると、全体の借入金は年間収入の1/3、700万\$位におさえたいと考えている。このことは、運転資金充当分を差引くと、新規設備投資に対する借入は500万\$程度が限度ということを意味する。水力発電所の建設費は約1,300万\$になり前記の借入金限度額をはるかにオーバーすることになるが、水力発電所の場合には、完成後には年間100万\$以上の燃料費の節約が可能となる。この節約額は、見方を変えれば、収入ともみなしうるので、JICAの長期、低利の融資が得られるならば、Santa Luisa社としても、上記の借入金限度額には必ずしもこだわらないものと思われる。

- (e) その他；以上のような要素の他に長期のストライキの発生や、政府による鉱山の接収等の突発の事態が発生することも考慮しておかなければならない。

Huanzala 鉱山でも過去2回の大きなストライキを経験しており、今年も高インフレ下の賃金抑制政策に対する労働者の不満がくすぶっており、ストライキがおこる可能性があるという。

ストライキが発生した場合、ディーゼル発電設備は、操業停止に伴って大半の発電機はストップするので燃料費もほとんどかゝらなくなり被害が少ないが、水力発電所を建設した場合には償却負担が大きいので、返済資金が過重負担となる可能性が出てくる。

また鉱山の接収は、過去に軍事政権が行なっている例もあり、政権が交代したような場合には再度接収が行なわれる可能性もないわけではない。仮に接収される時のことを考えると、JICA等の政府系機関からの借入金があった場合いくら接収に対して制約条件となり得るものと思われる。それ故、Santa Luisa社では、CATAC 道路開発のためのJICA融資の返済が1986年に終了するので、新たに返済期間が長期にわたるJICA資金の融資を特に期待しているわけである。

Fig. 4-4-1 軽油価格、電力コスト及び発生電力量比率(%)の推移

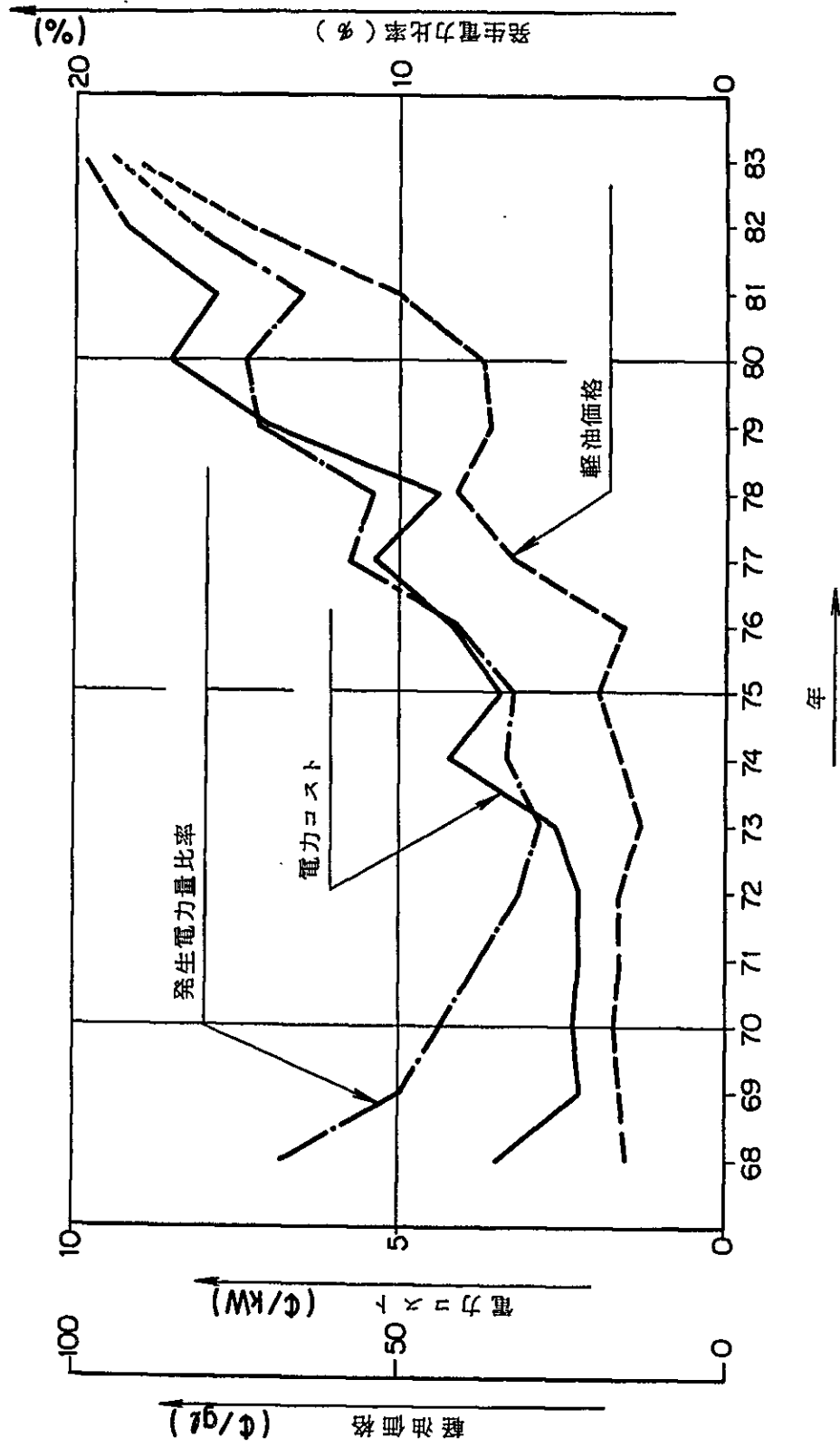
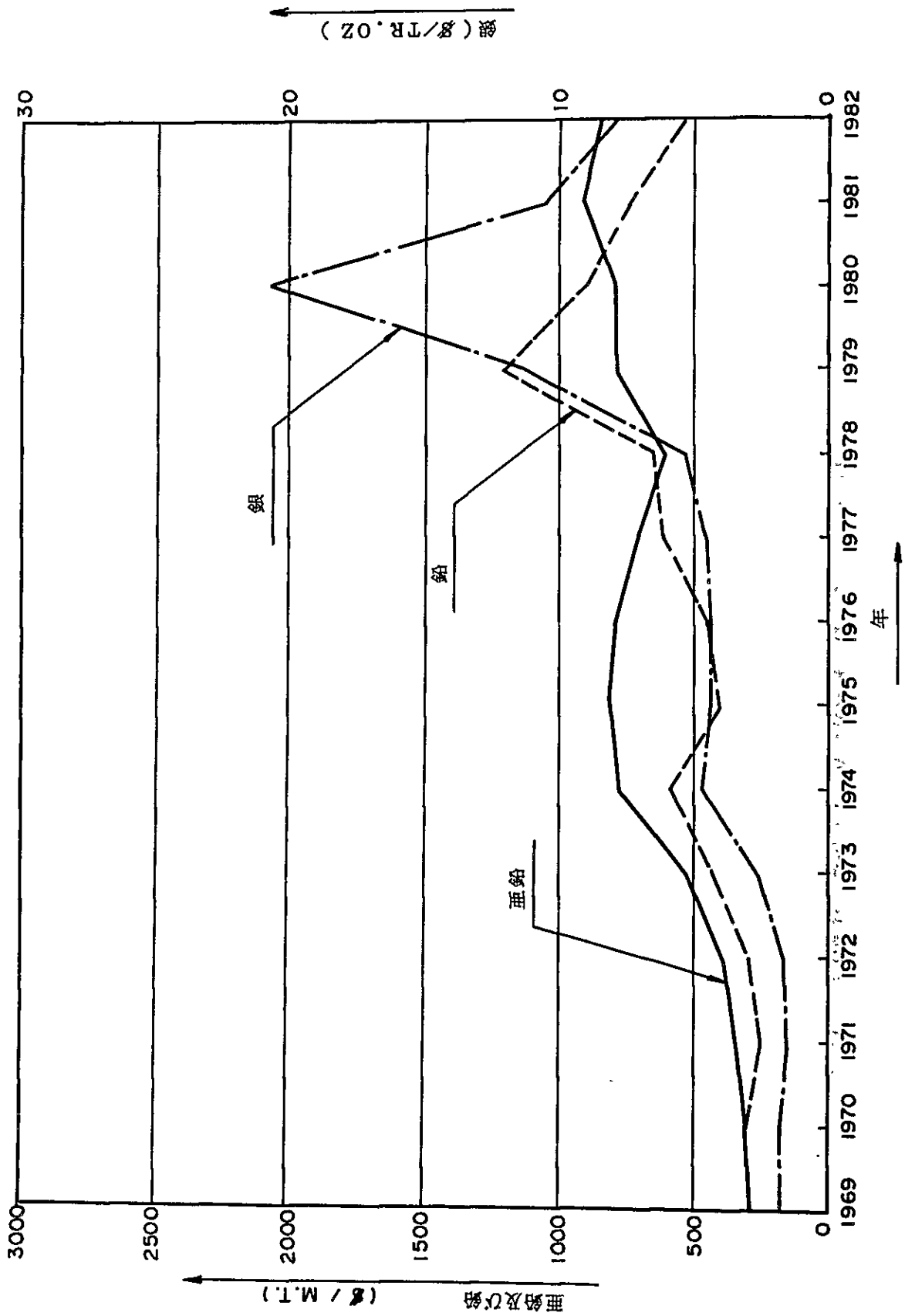
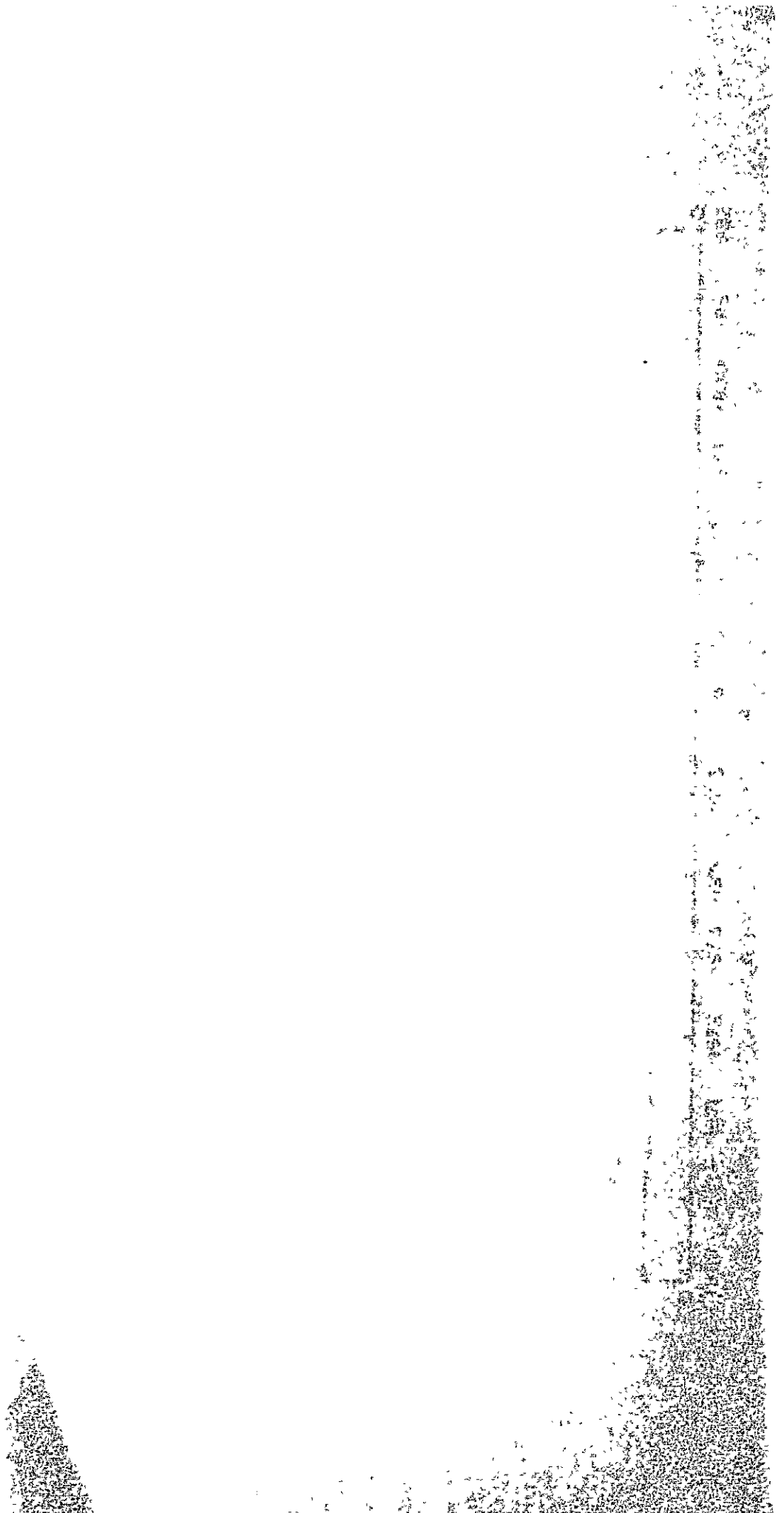


Fig. 4-4-2 銀・亜鉛・鉛価格の推移



第 5 章 需要想定



第 5 章 需 要 想 定

| | |
|-------------------------------------|--------|
| 5.1 民生用電力の検討 | 5 - 1 |
| 5.1.1 一 般 | 5 - 1 |
| 5.1.2 Huallanca の電力供給および需要の現状 | 5 - 1 |
| 5.1.3 La Union の電力供給および需要の現状 | 5 - 2 |
| 5.1.4 住民の要望 | 5 - 7 |
| 5.1.5 Electro Peru の要請と電力一般法 | 5 - 7 |
| 5.1.6 民生用電力の需要想定 | 5 - 7 |
| 5.2 Huanzala 鉱山用電力の検討 | 5 - 10 |
| 5.2.1 一 般 | 5 - 10 |
| 5.2.2 電力需要実績 | 5 - 11 |
| 5.2.3 鉱山用電力の需要想定 | 5 - 13 |
| 5.3 鉱山用と民生用を合わせた電力需要想定 | 5 - 21 |
| 5.4 需給バランス | 5 - 25 |

第5章 需 要 想 定

5.1 民生用電力の検討

5.1.1 一 般

本プロジェクトにより提供される民生用電力供給範囲はElectro Peruの希望を考慮して、HuallancaとLa Union(ラ・ウニオン)の2つの地域とした。この2つの地域では、Huallancaには156KWの水力発電所が、La Unionには125KWのディーゼル発電設備があるので、現在Electro Peruが実施している地方電化計画(表2-6-2)には含まれておらず、また、送電線のネットワークに組み入れられる予定もない。

そこで、現在の2つの地域の電力供給および需要の実情を勘案して、今回の水力発電所の民生用電力の需要想定を行なう。

5.1.2 Huallancaの電力供給および需要の現状

HuallancaはHuanzala鉱山から10km離れたRio San JuanとRio Santa Rosaの合流点にあり、本プロジェクトにより建設を計画している水力発電所はこの町に設けられる。人口は3,800人、世帯数は650戸で、うち電力需要家数は262件(1983年7月)である。この町は、以前、銀の精錬で繁栄した町で、当時、2ヶ所の精錬所があり、それぞれが自家用水力発電設備を持っていたが、現在では精錬所も発電所も廃止され、その遺跡が当時の面影を残している。数年前に住民の強力な要望によって、Electro Peruの手で現在の156KWの水力発電所が設けられた。運開当初は昼夜24時間連続供給がなされていたが、先述したようにElectro Peruは電力収入で人件費さえもまかないきれないという実情から、現在では運転員1人の人件費と修理費を節約するため、午後6時から午前8時までの照明用のみに限って電力を供給し、昼間は発電所の運転を停止している。Huallancaの電力需要の現状は表5-1-2に示す通りである。産業用の供給がなく、街灯と一般家庭の電灯への供給だけに制限されているので、設備出力に対して最大電力は半分以下と小さく、使用電力量も非常に少ない。

住民から Electro Peru に対しては動力用の三相電源の供給を申し入れているが、実現の見通しはなく、産業開発のための隘路となっている。

住民の電力設備拡充に対する熱意は大きく、今回の現地調査作業で行った聞き取り調査にも町長以下多数の町民が参加して、Santa Luisa 社の発電所による電力供給が強く要望された。

Huanzala 鉱山は行政区としてはこの Huallanca 町に属しており、開山時からこの町とのかゝわりが深く、労働者の雇用のみならず、道路・河川の改修、小中学校の増築改築等、かなりの援助を続けているので、Santa Luisa 社としても発電所が完成した時には、第一にこの町に対する電力の供給を考えている。

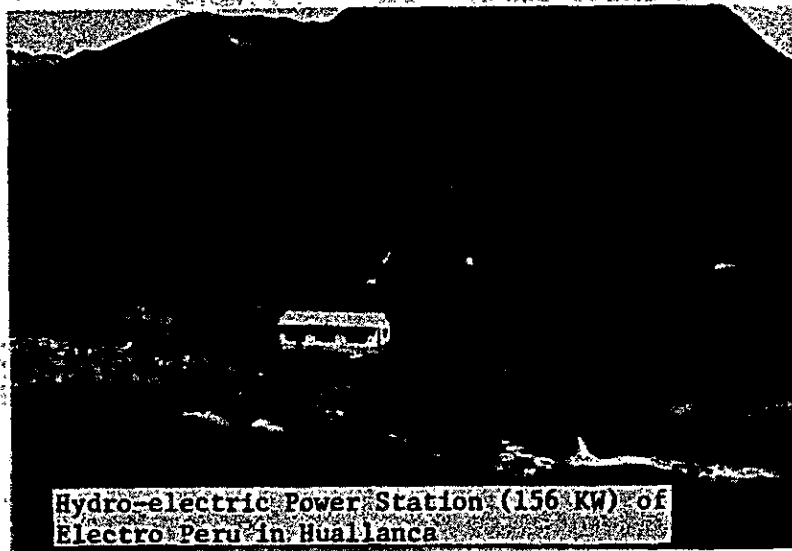
5.1.3 La Union の電力供給および需要の現状

La Union は Huallanca から約 20 km 下流にあり、インカ帝国以前から開けた町である。近くに Viejo Huanuco (ビエホ ワヌコ) の遺跡があることでも知られており、この地方の政治、文化の中心地で、農産物の集散地でもあり、商業が発達している。人口は 9,500 人、世帯数 1,500 戸で、うち電力需要家数は 296 件 (1983 年 7 月) となっている。

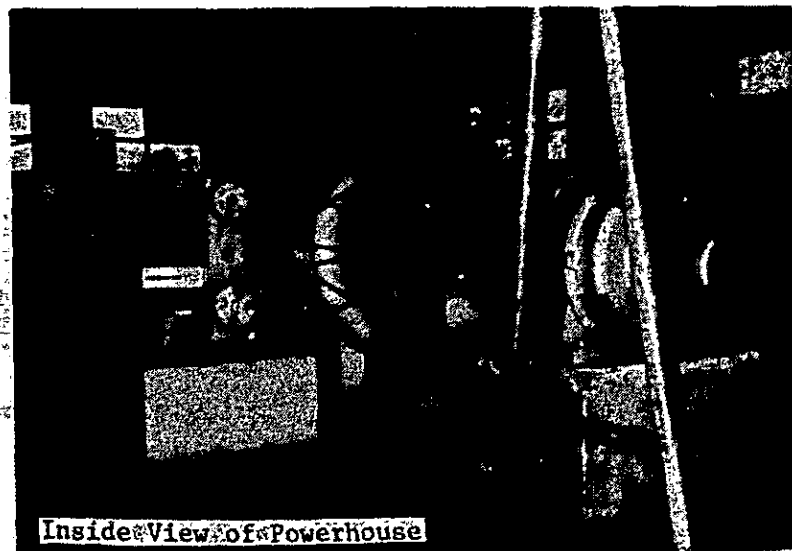
以前には Electro Peru 所有の 50 kW の水力発電所があったが、1981 年の水害で損害を受けて廃止になり、現在では 125 kW の可搬形ディーゼル発電設備で電力が供給されている。廃止した発電所の水車・発電機はすでに他へ転用され、当面水力発電所再建の予定はない。

La Union の電力需要の現状は表 5-1-2 に示す通りである。ディーゼル発電は燃料費が高く、運転すればする程赤字が増えるので、供給時間は夕方 6 時から 12 時までの 6 時間に制限されている。

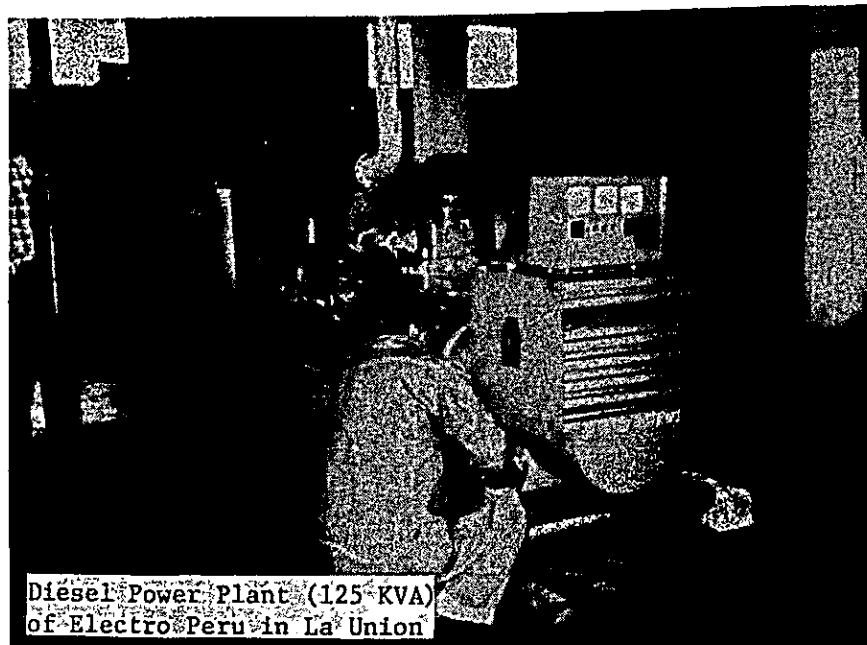
Electro Peru 水力発電所 (156 KW)
(左側の古い建物は、銀精錬所の発電所跡)



Electro Peru 水力発電所，内部



La Union ディーゼル発電機 (125 KW)



La Union 水力発電所跡



Table 5-1-1 ワジャンカおよびラ・ユニオンの電力供給状況

| 項目 | ワジャンカ | ラ・ユニオン | 備考 |
|----------------|--|----------------------------|------------|
| 人口 | 3,800 | 9,500 | |
| 戸数 | 650 | 1,500 | |
| 需要家数 | 262 | 296 | June, 1983 |
| 電化率 (%) | 40 | 20 | Ave. 26% |
| 設備出力 (kw) | 水力 156 | ディーゼル 125 | |
| サービス時間帯 | 6.00PM - 8.00AM
14 hrs. | 6.00PM - 12.00PM
6 hrs. | |
| 電力収入 (円/month) | 57,000 | 164,000 | June, 1983 |
| 月間電力消費量 (kWh) | 7,148 | 10,840 | June, 1983 |
| 現行電力料金 | 住民用
50円 (below 30 kWh/month)
8円 (above 30 kWh inclusive)
商業用
680円 (below 30 kWh/month)
23円 (above 30 kWh inclusive) | | |
| 一戸当り支払い電力量 | Abt. 200円 | 550円 | |
| 主要産業 | 農牧業 | 農牧業及び商業 | |

Table 5-1-2 ワジャンカ及びラ・ウニオンの電力需要の状況

| | 最大KW需要 (KW) | | | 最大KWh需要 (KWh) | | |
|-------|-------------|----------|-------|---------------|----------|---------|
| | Huallanca | La Union | Total | Huallanca | La Union | Total |
| Jan | 50 | 76 | 126 | 11,404 | 9,349 | 20,753 |
| Feb | 46 | 67 | 113 | 7,758 | 7,973 | 15,731 |
| Mar | 54 | 74 | 128 | 6,506 | 10,062 | 16,568 |
| Apr | 54 | 82 | 136 | 7,860 | 10,387 | 18,247 |
| May | 57 | 88 | 145 | 6,820 | 10,697 | 17,517 |
| Jun | 54 | 82 | 136 | 7,148 | 10,840 | 17,988 |
| Jul | 64 | 85 | 149 | 8,932 | 11,387 | 20,319 |
| Aug | 54 | 96 | 150 | 8,428 | 11,889 | 20,317 |
| Total | - | - | - | 64,856 | 82,584 | 147,440 |
| 平均 | 54 | 81 | 135 | 8,107 | 10,323 | 18,430 |
| 設備出力 | 156 | 125 | 281 | - | - | - |

Source: Electro Peru, 1983

5.1.4 住民の要望

Huallanca および La Union の住民、合計 13,300 人が 1 年に消費する電力量は約 220,000 kWh であり、これを人口 1 人当りに換算すると、17 kWh となり、ペルー共和国平均の 550 kWh に比べて著しく低い。

この主な原因は電化率が 26% と低いこと、産業用の電力がないこと、供給時間が短いことの 3 点である。

事前調査団および JICA 現地調査団が行なった住民インタビューによれば、両地域の住民は電力の 24 時間供給と、チーズ工場・製材所・修理工場等に使用する目的で三相動力用電源の供給を特に強く希望している。

5.1.5 Electro Peru の要請と電力一般法

1.3 項で述べたように、Electro Peru は本発電所の建設に対しては全面的な協力を表明しており、同時に完成の暁には、Huallanca, La Union 両地区の民生用電力の供給を要請している。この要請に対して、Santa Luisa 社は新設水力発電所の経済性をそこなわない範囲内において、両地区に民生用の電力を供給する意志をもっている。

Electro Peru の要請は、電力一般法の第 42 条の (b) 項をよりどころにするものであるが、必ずしも義務規程ではないので拒否することも不可能ではない。しかし、Huanzala 鉱山は、開山以来地元に対しては種々の協力を続けてきており、今回の水力発電所も、Huallanca の町の中に建設されることとなるので、Electro Peru の要請に応えることが妥当であると判断される。

尚、電力一般法（スペイン語）および和訳の抜粋を表 5-1-3 に示す。

5.1.6 民生用電力の需要想定

今回建設される発電所から供給する電力は、鉱山の動力用が主体となるので、24 時間連続供給が可能であり、かつ三相電源の提供も可能である。これらの供給形態は前節で述べた、Huallanca 及び La Union の住民の要望に十分応えることが出来るものである。

民生用の需要想定は下記の条件によった。

- (1) 供給対象は Huallanca および La Union 両地区とする。
- (2) 本発電所の運転開始は 1987 年 1 月とし、発電所の償却期間の 20 年間に

わたり需要想定を行なり。

- (3) 運転開始時の需要（最大負荷）は電灯用を200KW、産業用を100KW、合計300KWとする。現在の最大負荷は、電灯用のみで150KWであるが、今後の伸びと運転開始時の供給範囲の拡大を考慮して200KWとする。
また、運転開始と同時に動力用三相電源の供給も開始されるものとし、その時の動力需要を100KWと想定する。
- (4) 運転開始後の民生需要については、電力供給によって、従来の潜在的な産業需要が顕在化することを考慮して電灯用、産業用とも伸びを年率5%とする。
- (5) 需要電力量の算定に当っては、電灯用は負荷率を70%、1日の使用時間を7時間とし、産業用は負荷率を70%、1日の使用時間を10時間とする。

以上のような条件で算出した1987年から20年間の各年の最大負荷と需要電力量をそれぞれ表5-3-1、表5-3-2に示した。最大負荷は20年後に約800KWとなり、ワンサラ発電所の設備出力4,200KWの約20%にあたる。

ペルー共和国電力一般法 (1982. 5. 29)

第Ⅳ章より抜萃(和訳)

自家発電者ないしは電力開発権者

第39条 電気事業者が、個人あるいは法人が必要とする電力需要に、応ずることができない場合は、鉱山動力省はエレクトロ・ペルーの事前報告を受け、申請者に対し自家発電者として、自己の使用のために必要な電力の発電、送電、そして、配電の事業の実施を認可することができる。正式な議決によって、自家発電者が電力開発基金に支払う月額が決められる。

設備出力が500KW以下の場合は、地方公社によって許可が与えられる。

法令により、恒常的に利用するために発電を行なう自家発電者と、電気事業者の発電不足を補うために発電する自家発電者との間では、相違が設けられる。

電力総局は、自家発電を制度化しない非常用発電設備の設置と使用の規準をつくる。発電設備の運用条件はそれぞれの許可書に特記される。

第40条 自家発電者が恒常的に生ずる余剰電力と電力量を有する場合は、自家発電企業は、電気事業者との間で余剰の提供についての契約を締結することが義務づけられている。これらは、双方によって、自家発電者の事業の拡張の要求に応じるため、必要な準備金を持った上で、決定がなされる。それが生じた場合は、電力総局によって決定が行われる。

第41条 自家発電者は、この法律の42、43、44条の定めるところによって開発権の契約を履行しなければ30MW以上の水力、地熱資源を利用することはできない。自家発電者が発電能力の拡大を行なうときには、事前に電力総局の認可を必要とする。

第42条 動力鉱山省は、エレクトロ・ペルーの担当する国の電力開発計画を補完する必要があると認めた場合は、次の条件で水力または地熱開発権を第三者に許可することができる。

a) 設備出力は500KW以上でなければならない。

b) 少なくとも、電力容量の20%を公衆のサービスに供さなければならない。

ただし、20%に相当する需要が存在しないことが十分に証明され、かつ、電力総局が認めた場合はこのかぎりではない。

c) この権利は操業開始より30年を以て消滅する。30年後同施設は、良好な状態かつ無償でエレクトロペルーまたは、その子会社、孫会社に所有権を譲渡するものとする。

5.2 Huanzala 鉱山用電力の検討

5.2.1 一般

Huanzala 鉱山は、今後とも生産設備の改良、社宅キャンプ等の福利厚生施設の充実を計りながら、ほぼ現在規模の操業を継続する予定である。主要な設備の現状は下記の通りである。

(a) 採 鉱 設 備

採鉱は、現在、Huanzala 本坑と北西の Recuerdo 坑の 2 坑で、カット・アンド・ビルド法によって行なわれている。坑内で使用する機器は、比較的小型のものが多く、坑内の運搬もバッテリーロコだけでなくダンプトラックも併用しているので、採鉱に要する電力はあまり多くない。

(b) 選 鉱 設 備

選鉱は溶選浮選法によって行なわれており、山の斜面を利用して、上から破碎（クラッシャー）、摩鉱（ボールミル）、浮選（3段階）、フィルター、精鉱貯蔵所の順で、自然流下を考えた合理的な配置となっている。

現在の精鉱歩止まりは 15% で、1981 年の選鉱のための電力原単位は 35.3 kWh/t（粗鉱）であった。

(c) 尾 鉱 処 理

浮選後の廃滓は全量をポリューート型サンドポンプで 3 段中継して、Torres 川支流の Chuspi 堆積場へポンプアップし、濃縮分級して堆積している。

(d) 用 水

鉱山用水は Torres 川上流の Tanash 谷から取水し、パイプで自然流下させて使用しているが、乾期には水量が不足するので、Torres 川本流からポンプアップしている。

(e) 社宅および福利施設

鉦山従業員は1983年9月現在、約700人で、この他に下請業者が数社あって、その従業員も附近に居住している。従業員とその家族のためには鉦山法によって、一定の規準に沿った社宅を供与しなければならない。現在, Hu-azala 地区には鉦山社宅730戸と、下請業者の社宅70戸、計800戸の社宅があり、約5,000人の住民が生活している。これら住民の福利厚生施設として、病院、小学校、幼稚園、体育館、売店なども会社の手で建設されており、大きな鉦山町を形成している。これら社宅、福利厚生施設の電力は無償で供給することが鉦山法によって義務づけられているが、近年、電気調理器、電気ストーブ等の大型電気器具が増えており、鉦山内のキャンプ・社宅で消費される一般生活用の電力使用量が、鉦山用の電力使用量よりも大きな率で増加している。

5.2.2 電力需要実績

1968年の開山時には、450KWディーゼル発電機4基、常時出力1,800KWで運用されていた。その後、生産体制の増強に合わせて発電設備も増設され、現在では、発電機11台(うち1台は予備)、常時出力4,050KWとなっている。

発電所から鉦山内の各負荷への配電線は次の5系統があるが、負荷の最も大きいのは選鉦所線で全体の約46%を占めている(図5-2-1)。

- (a) CONCENTRATE PLANT LINE (選鉦所線)
- (b) MINING LINE (本坑線)
- (c) RECUERDO MINING LINE (リクエルド鉦線)
- (d) TAILING LINE (尾鉦線)
- (e) CAMP LINE (社宅、キャンプ、事務所線)

近年の最大負荷の変化は図5-2-2に示す通りで、最近の5年間では1977年の2,700KWから、1983年には3,200KWとなり、ほぼ年率4%程度で増加してきている。特に増加が著しいのは、事務所、社宅、キャンプ等の一般生活用電力(CAMP LINE)で、1977年の400KWから1983年には600KWとなり、年率8%で増加している。

1983年4月～8月の実績最大負荷は、コンスタントに3,100KW～3,200KWを示している。

この鉱山の作業日における、日間の負荷変化傾向を知るために、至近1ヶ年間の第3水曜日(標準日)負荷記録を調べてみると、図5-2-3のようになり、日間の負荷変化は非常に少ないことがわかる。

また、休業日の負荷はCAMP LINEのみとなり、最大600KW程度である。

一方、需要電力量についても、粗鉱Ton当りの電力量が年率3.5%の割合で増加しており(図5-2-4)、今後とも粗鉱生産量一定で操業を続けるとしても、需要電力量は確実に増加していくものと思われる。

その理由としては次の諸要因が考えられる。

- (a) 社宅等の一般生活用の電力消費量が生活水準の向上に伴ない年々増加する
- (b) 精鉱の粒度を100メッシュから200メッシュに細かくした
- (c) 尾鉱処理場が速くなりポンプ圧送の電力量が増加する
- (d) 採掘現場が次第に遠くなっている

等が考えられる。

なお、1982年9月から1983年8月までの至近1ヶ年の需要電力量は約20,000MWhである(表5-2-1)。従って、電力の需要想定の基本となる1983年における最大負荷は3,200KW、需要電力量は20,000MWhとした。

5.2.3 鉾山用電力の需要想定

Santa Luisa 社の発電設備に対する考え方は下記の通りである。

- (a) 今後の粗鉾生産量は950t/日(285,000t/年)体制を維持し、最大負荷の伸びは極力おさえる。
- (b) 最大負荷が設備能力をオーバーするような場合には、生産に直接関係のないCAMP LINEを一時的にカットして対処する。
- (c) 全般的な設備改善を行ない、需要電力量の増加をおさえる。
- (d) 恒常的な最大負荷の上昇に対しては減産を含むピークカットも考える。
- (e) 投資額を極力少なくするために、新設する水力発電所の設備能力はなるべく小さくする。

前述の Santa Luisa 社の考え方を尊重し、かつ過去の実績を参考にして検討したうえで、鉾山用電力の需要想定のための諸条件を下記の通り設定した。

- (a) 今後の需要想定スタート時点である1983年の最大負荷および年間需要電力量は、至近年度の実績をベースに下記の通りとする。

最大電力： 3,200KW 鉾山用： 2,600KW

社宅用： 600KW

年間需用電力量： 20,000MWh 鉾山用： 16,250MWh

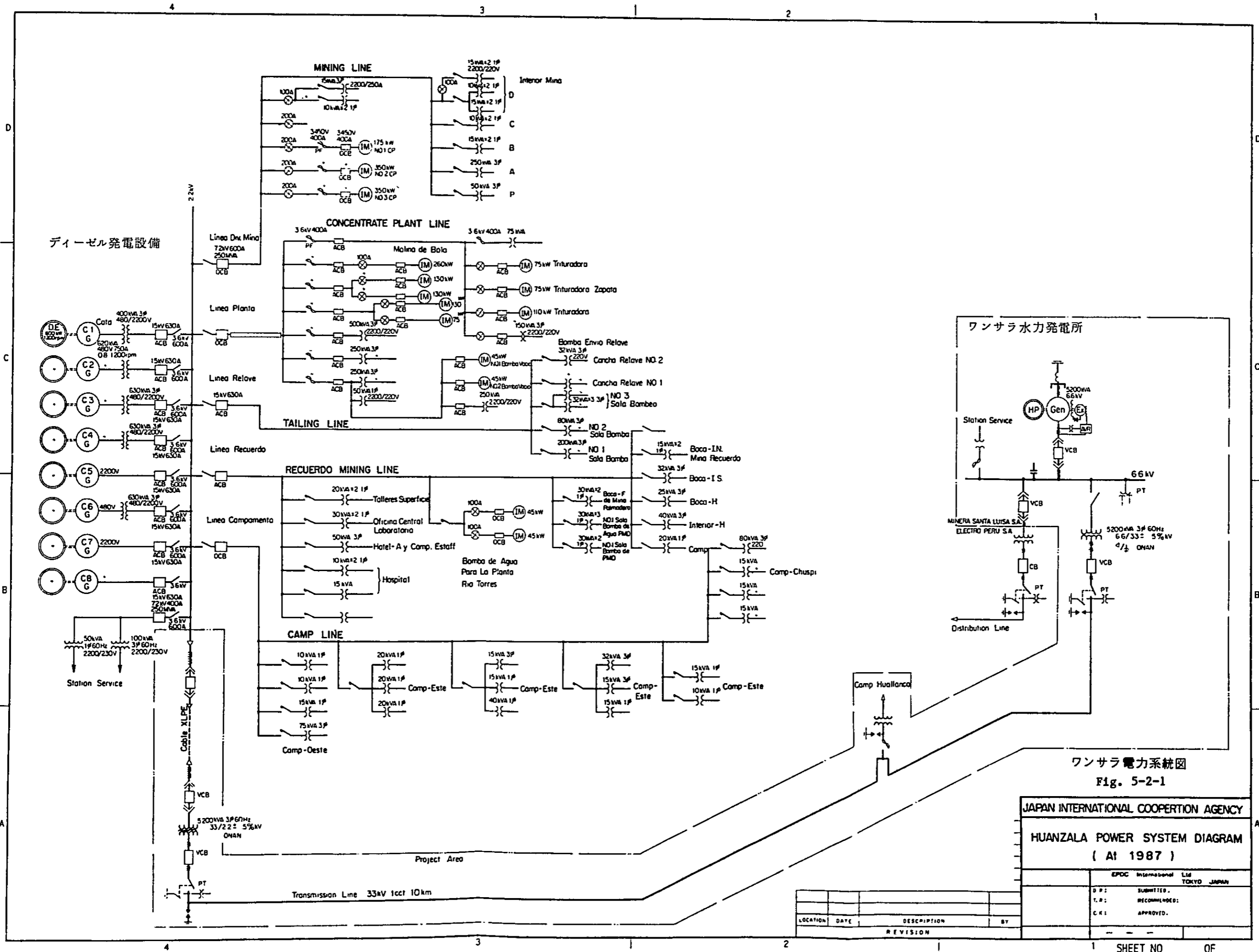
社宅用： 3,750MWh

- (b) 需要想定期間は、1983年から2006年までの24年間とする。
- (c) 今後の粗鉾生産は、950t/日(285,000t/年)で一定とする。
- (d) 鉾山関係の最大負荷および需用電力量の年間伸び率は、運転開始後10年、1996年までは2%とし、以後10年間は0%とする(過去の実績は約4%)。

(e) 社宅関係の年間伸び率は全期間4%とする(過去の実績は8%)。

(f) 2006年までの24年間、この発電所は、Electro Peruの電力系統に編入されることはないものとした。

以上の諸条件に基づいて、2006年までの最大負荷(KW)および需用電力量(MWh)を想定すると表5-3-1、表5-3-2の通りとなる。



ワンサラ電力系統図
Fig. 5-2-1

| | |
|--|--------------|
| JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY | |
| HUANZALA POWER SYSTEM DIAGRAM
(At 1987) | |
| EPOC Internacional Ltd
TOKYO JAPAN | |
| D.P.: | SUBMITTED. |
| T.R.: | RECOMMENDED. |
| C.K.: | APPROVED. |

| LOCATION | DATE | DESCRIPTION | BY |
|----------|------|-------------|----|
| REVISION | | | |

1. The first part of the document is a list of names and titles, including the names of the authors and the titles of their works. This list is organized in a structured manner, likely serving as a table of contents or a reference list for the document.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

Fig. 5-2-2 ワンサラ鉱山最大電力の実績

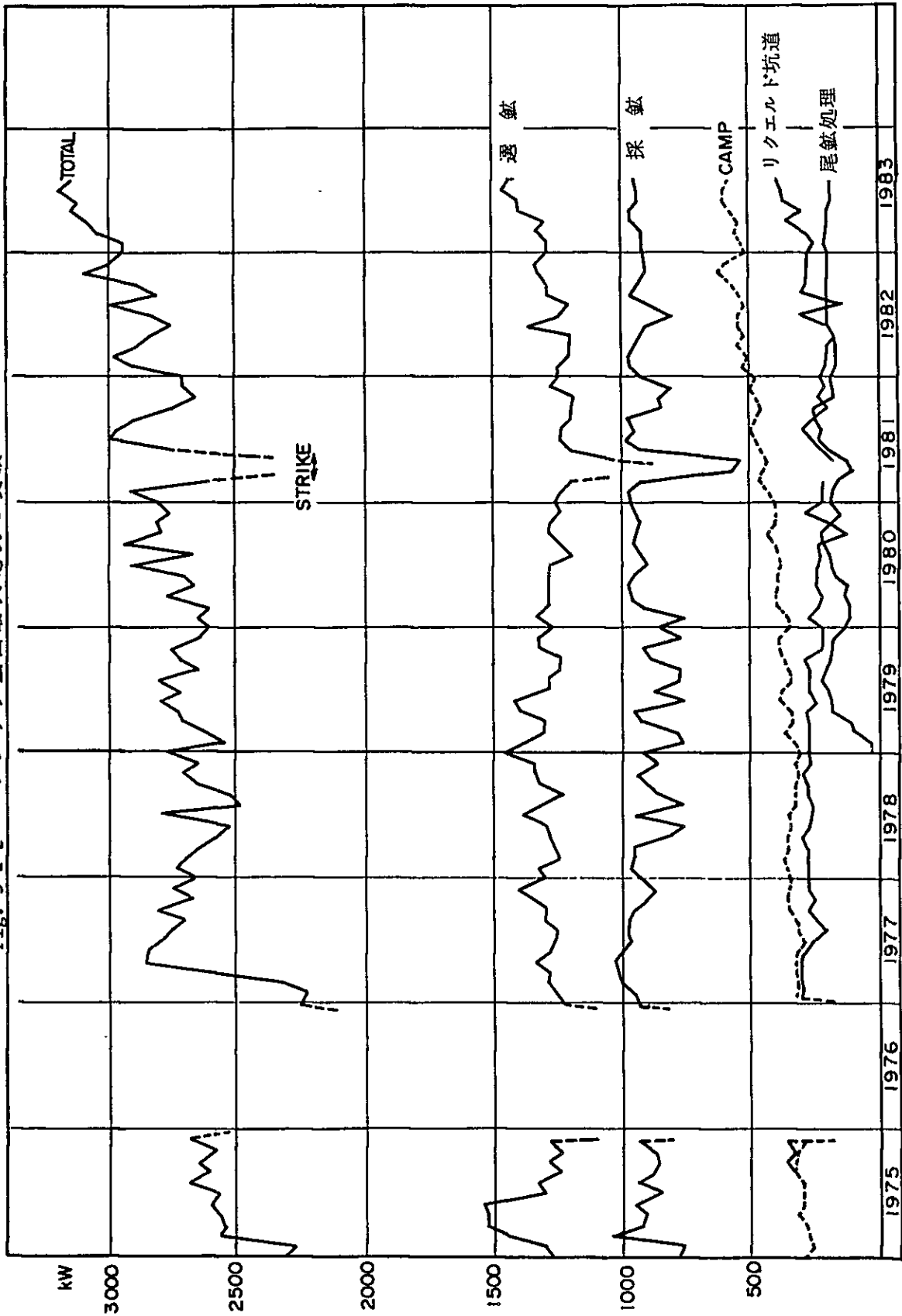


Fig. 5-2-3 第三水曜日に於ける電力需要実績

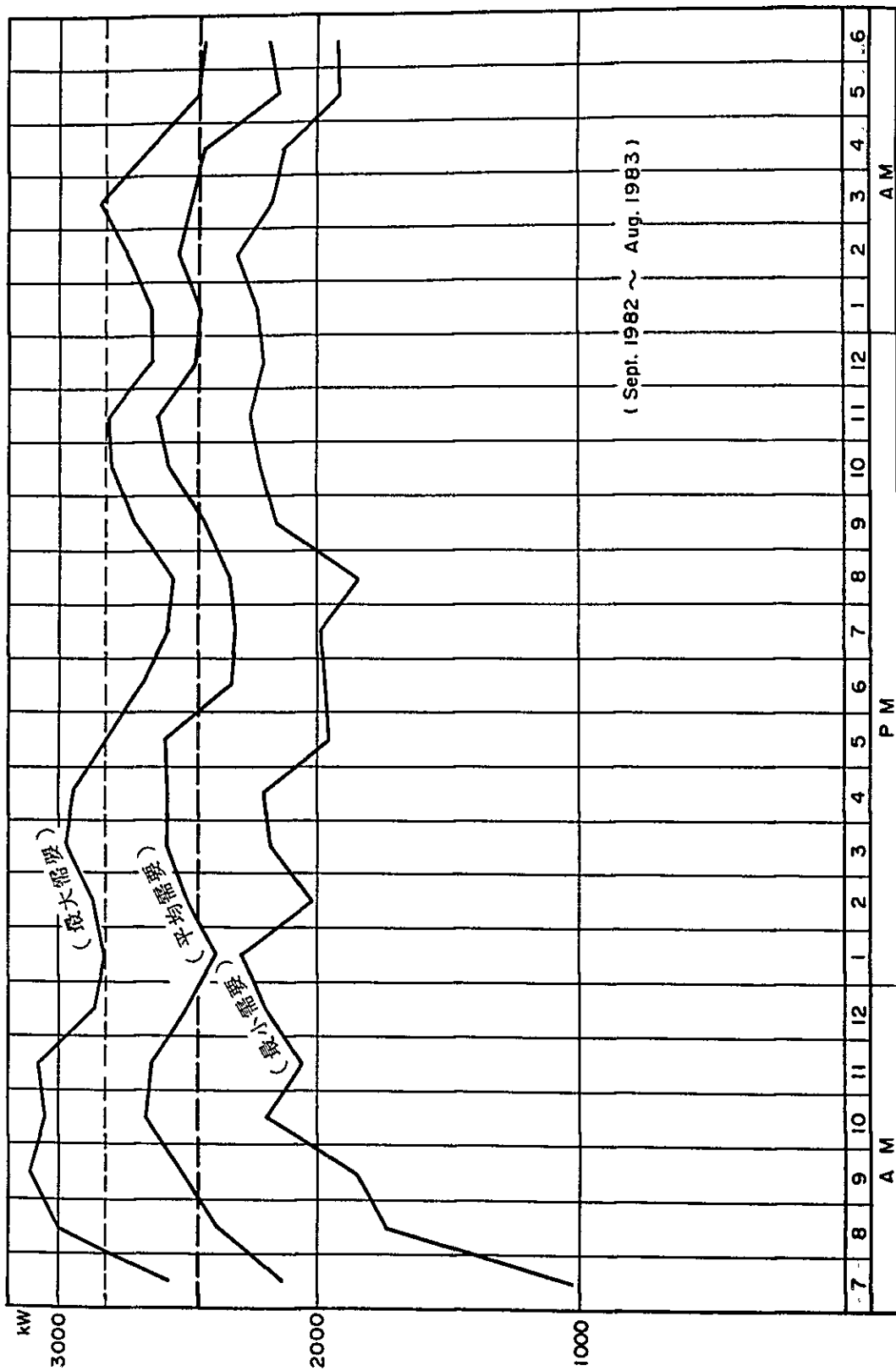


Fig. 5-2-4 年間粗鋁生産量及び電力原単位の推移

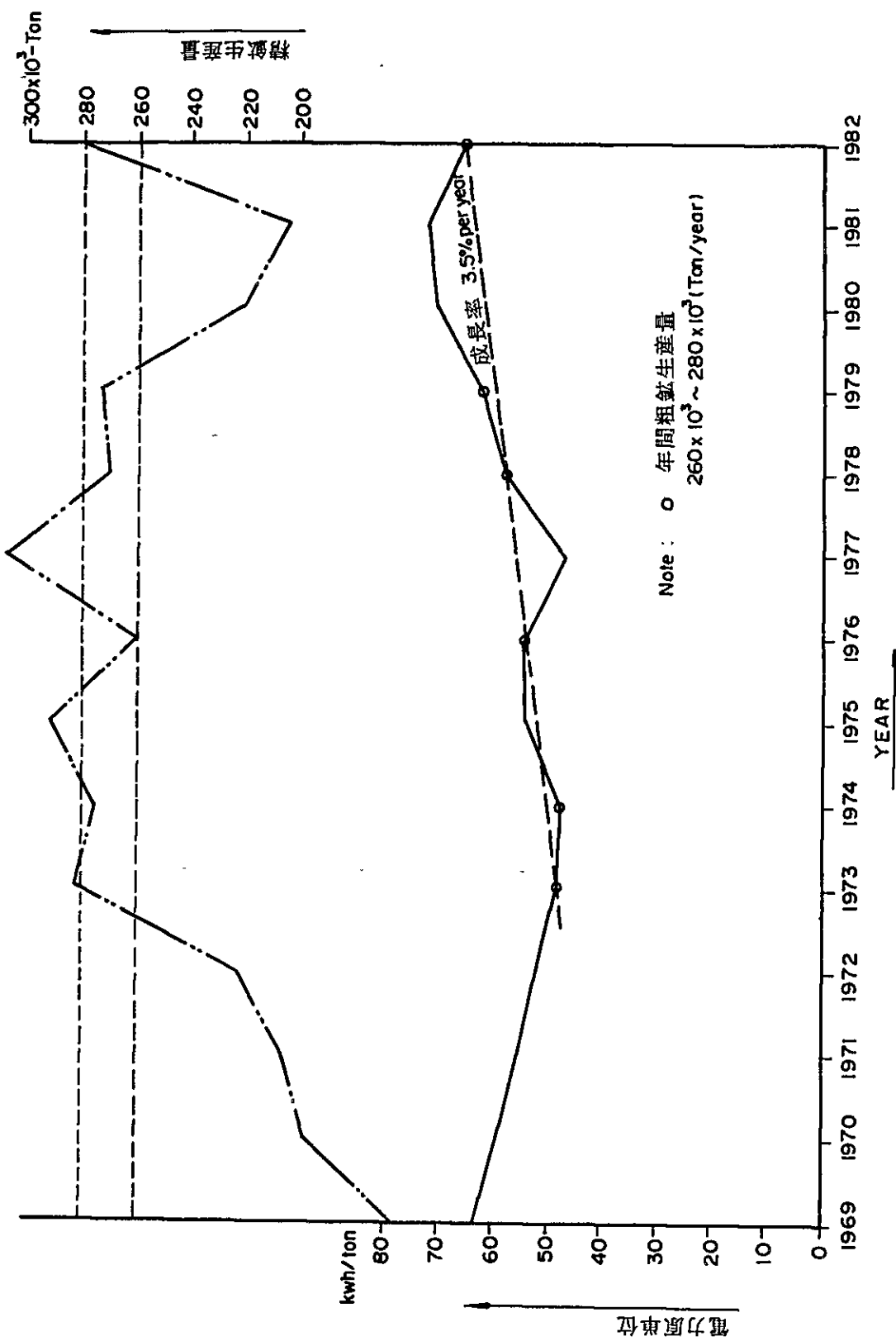


Table 5-2-1 最近1ヶ年間に於けるワンサラ鉱山の電力需要

| 年 | KWh 需要
(MWh) | 最大KW需要
(KW) | 備 考 |
|----------|-----------------|----------------|--|
| 1982 Sep | 1,592 | 2,800 | 合計KWh 需要 ; Abt. 20,000 MWh
平均KW需要
20,000 MWh/(365 days x 24 hrs)
= 2,283 KW |
| Oct | 1,744 | 2,900 | |
| Nov | 1,731 | 3,100 | |
| Dec | 1,653 | 2,990 | |
| 1983 Jan | 1,668 | 2,950 | 最大電力需要 |
| Feb | 1,477 | 2,930 | |
| Mar | 1,644 | 3,060 | |
| Apr | 1,554 | 3,090 | |
| May | 1,663 | 3,150 | |
| Jun | 1,706 | 3,140 | |
| Jul | 1,704 | 3,200 | |
| Aug | 1,844 | 3,150 | |
| 合 計 | 19,980 | - | |

5.3 鉱山用と民生用を合わせた電力需要想定

5.1.6および5.2.の両節で設定した諸条件にもとづいて、2006年までの鉱山用と民生用を合わせた電力需要を想定し、その結果を下記の図および表に示した。

表5-3-1 図5-3-1 最大負荷 (Estimated Maximum Power Demand)

表5-3-2 需要電力量 (Estimated Energy Demand)

Table 5-3-1 ワンサラ電力系統の最大電力(KW) 想定

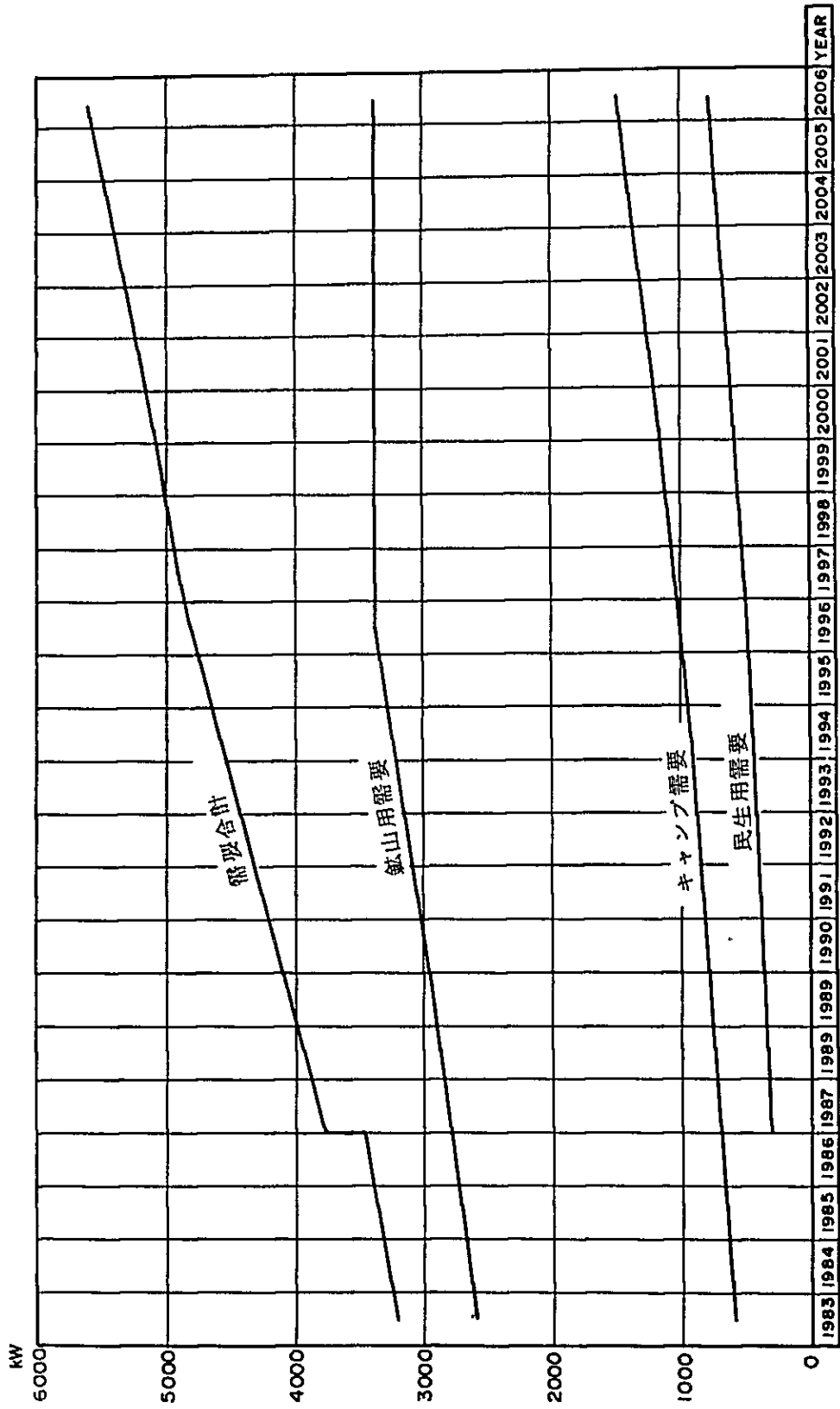
| 年 | 鉦山用需要 | | | 民生用需要
(kW) | 合 計
(kW) | 備 考 |
|------|------------|--------------|-----------|---------------|-------------|-----------|
| | 鉦山
(kW) | キャンプ
(kW) | 計
(kW) | | | |
| 1983 | 2,600 | 600 | 3,200 | - | 3,200 | |
| 1984 | 2,652 | 624 | 3,276 | - | 3,276 | |
| 1985 | 2,705 | 649 | 3,354 | - | 3,354 | |
| 1986 | 2,759 | 675 | 3,434 | - | 3,434 | |
| 1987 | 2,814 | 702 | 3,516 | 300 | 3,816 | 水力発電所運転開始 |
| 1988 | 2,871 | 730 | 3,601 | 315 | 3,916 | |
| 1989 | 2,928 | 759 | 3,687 | 331 | 4,018 | |
| 1990 | 2,987 | 790 | 3,777 | 348 | 4,125 | |
| 1991 | 3,046 | 822 | 3,868 | 365 | 4,233 | |
| 1992 | 3,107 | 854 | 3,961 | 383 | 4,344 | |
| 1993 | 3,169 | 888 | 4,057 | 402 | 4,459 | |
| 1994 | 3,233 | 924 | 4,157 | 422 | 4,579 | |
| 1995 | 3,297 | 961 | 4,258 | 443 | 4,701 | |
| 1996 | 3,363 | 999 | 4,362 | 465 | 4,827 | 10年後 |
| 1997 | 3,363 | 1,039 | 4,402 | 489 | 4,891 | |
| 1998 | 3,363 | 1,080 | 4,443 | 513 | 4,956 | |
| 1999 | 3,363 | 1,124 | 4,487 | 539 | 5,026 | |
| 2000 | 3,363 | 1,169 | 4,532 | 566 | 5,098 | |
| 2001 | 3,363 | 1,215 | 4,578 | 594 | 5,172 | |
| 2002 | 3,363 | 1,264 | 4,627 | 624 | 5,251 | |
| 2003 | 3,363 | 1,315 | 4,678 | 655 | 5,333 | |
| 2004 | 3,363 | 1,367 | 4,730 | 688 | 5,418 | |
| 2005 | 3,363 | 1,422 | 4,785 | 722 | 5,507 | |
| 2006 | 3,363 | 1,479 | 4,842 | 758 | 5,600 | 20年後 |

Table 5-3-2 ワンサラ電力系統の需要電力量(KWh)の想定

| 年 | 鉱山用需要 | | | 民生用需要
(MWh) | 合計
(MWh) | 備考 |
|------|-------------|---------------|------------|----------------|-------------|-----------|
| | 鉱山
(MWh) | キャンプ
(MWh) | 計
(MWh) | | | |
| 1983 | (16,250) | (3,750) | (20,000) | - | (20,000) | |
| 1984 | (16,575) | (3,900) | (20,475) | - | (20,475) | |
| 1985 | (16,906) | (4,056) | (20,962) | - | (20,962) | |
| 1986 | (17,245) | (4,218) | (21,463) | - | (21,463) | |
| 1987 | 17,590 | 4,387 | 21,977 | 652 | 22,629 | 水力発電所運転開始 |
| 1988 | 17,941 | 4,562 | 22,503 | 684 | 23,187 | |
| 1989 | 18,300 | 4,745 | 23,045 | 718 | 23,763 | |
| 1990 | 18,666 | 4,935 | 23,601 | 754 | 24,355 | |
| 1991 | 19,039 | 5,132 | 24,171 | 792 | 24,963 | |
| 1992 | 19,420 | 5,337 | 24,757 | 832 | 25,589 | |
| 1993 | 19,808 | 5,551 | 25,359 | 874 | 26,233 | |
| 1994 | 20,205 | 5,773 | 25,978 | 917 | 26,895 | |
| 1995 | 20,609 | 6,004 | 26,613 | 963 | 27,576 | |
| 1996 | 21,021 | 6,244 | 27,265 | 1,011 | 28,276 | 10年後 |
| 1997 | 21,021 | 6,494 | 27,515 | 1,062 | 28,577 | |
| 1998 | 21,021 | 6,754 | 27,775 | 1,115 | 28,890 | |
| 1999 | 21,021 | 7,024 | 28,045 | 1,171 | 29,216 | |
| 2000 | 21,021 | 7,305 | 28,326 | 1,229 | 29,555 | |
| 2001 | 21,021 | 7,597 | 28,618 | 1,291 | 29,909 | |
| 2002 | 21,021 | 7,901 | 28,922 | 1,355 | 30,277 | |
| 2003 | 21,021 | 8,217 | 29,238 | 1,423 | 30,661 | |
| 2004 | 21,021 | 8,545 | 29,566 | 1,494 | 31,060 | |
| 2005 | 21,021 | 8,887 | 29,908 | 1,569 | 31,477 | |
| 2006 | 21,021 | 9,243 | 30,264 | 1,648 | 31,912 | 20年後 |
| 合計 | 402,809 | 130,637 | 533,446 | 21,554 | 555,000 | |
| 平均 | 20,140 | 6,532 | 26,672 | 1,078 | 27,500 | |

Note: 括弧内数値は“合計及び平均”欄に含まず。

Fig. 5-3-1 ワンサラ電力系統の電力需要想定曲線



5.4 需給バランス

Huanzala 鉱山電力系統の需給バランスは、下記の基本条件を考慮し検討した。

- (a) Huanzala 電力系統は、水力発電所運転開始後 20 年間他の系統から電力供給を受けることのない単独系統とする。
- (b) この電力系統の電源は、水力発電所 (4,200 KW) とディーゼル発電所 (更新設備を含む) のみとする。
- (c) この水力発電所は水路式 (流れ込み式) 発電所で、貯水・調整能力は全く持たない。
- (d) この水力発電所は、その水文特性から、年間 7.5 ヶ月は全負荷運転が可能であるが、残り 4.5 ヶ月は出力が漸減し、最髙水時出力は 1,600 KW である。
- (e) この水力発電所の運転開始は 1987 年とする。
- (f) ディーゼル発電所は上記単独系統の補給用火力であるので、常に系統内の供給力が需要電力を下廻らないよう、ピーク時補給および乾期補給を行う。
- (g) 乾期には、水力発電所の運転開始当初から、ディーゼルの補給運転が必要であるが、雨期には、1990 年まで、最大電力が、水力の設備出力 (4,200 KW) 以下であるから、ディーゼルの補給運転は必要ない (図 5-4-1-a)。1991 年以降は、図 5-4-1-b に示すように雨期においてもディーゼルの補給運転が発生する。その補給量は Huanzala 鉱山の至近 1 ヶ年間の第 3 水曜日の既設ディーゼル発電所の運転記録によって算出し、その結果を表 5-4-1 に示す。
- (h) ディーゼル発電機が必要とする 8,000 時間、24,000 時間等の定期点検は豊水期に実施するものとし、予備機は考慮しない。
- (i) Electro Peru の水力発電所 (156 KW)、ディーゼル発電機 (125 KW) は需給バランスの検討では供給力として算定しない。

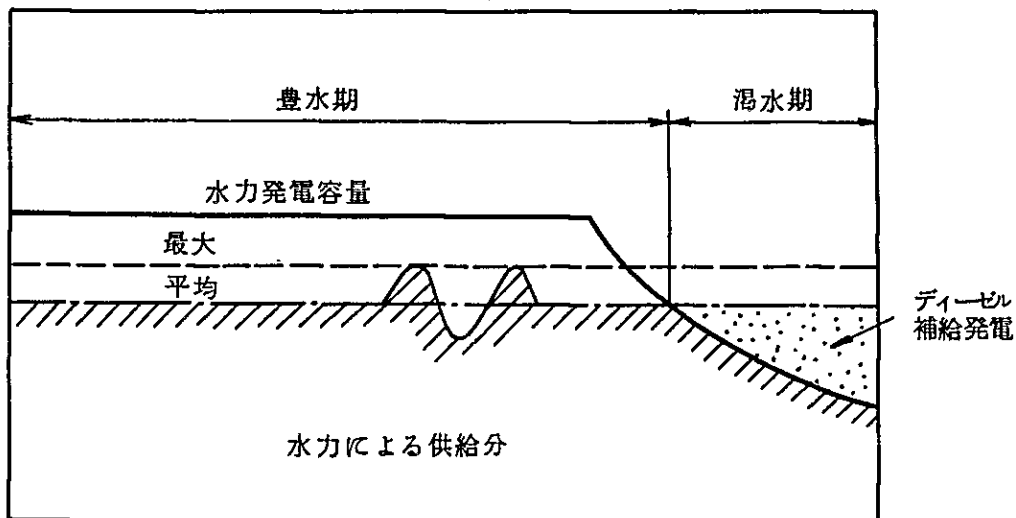
以上の諸条件下において想定した需給バランスを表 5-4-1 および図 5-4-2 に示す通りである。

なお、運転開始時点の1987年に於いて、民生用電力が渇水期出力（1,600 MW）に占める比率は約19%であるが、10年後の1996年に於いては約30%に達し、又20年後の2006年時点では約47%の高比率を占めることとなる。

この民生用電力は、Huanzala水力発電所から優先的に供給することとなるので、Huanzala 鉱山では、鉱山用電力の不足分はディーゼル発電により補給することとなる。

Fig. 5-4-1 雨期におけるディーゼル発電補給(たき増し2種類)

(a) 最大需要 < 水力発電容量 (4,200 kW)



(b) 最大需要 > 4,200 kW

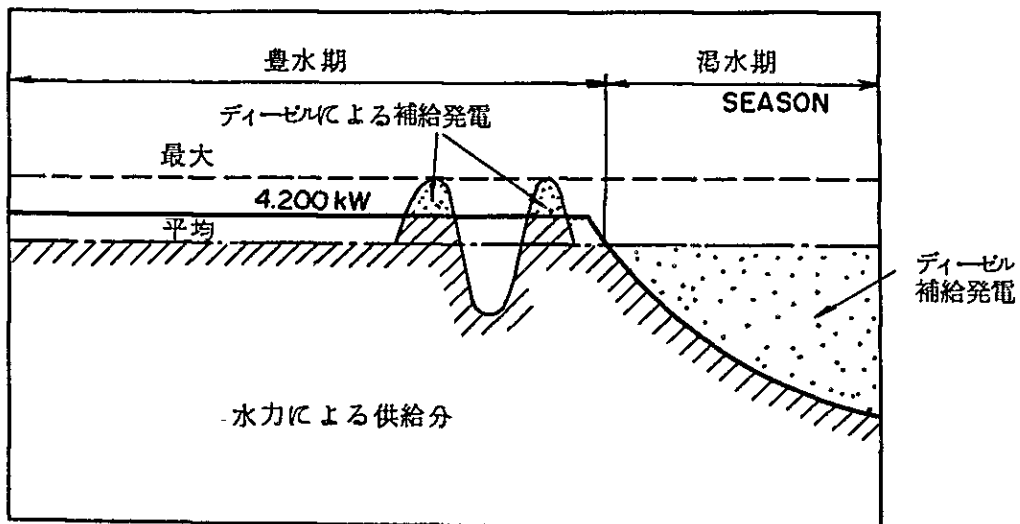
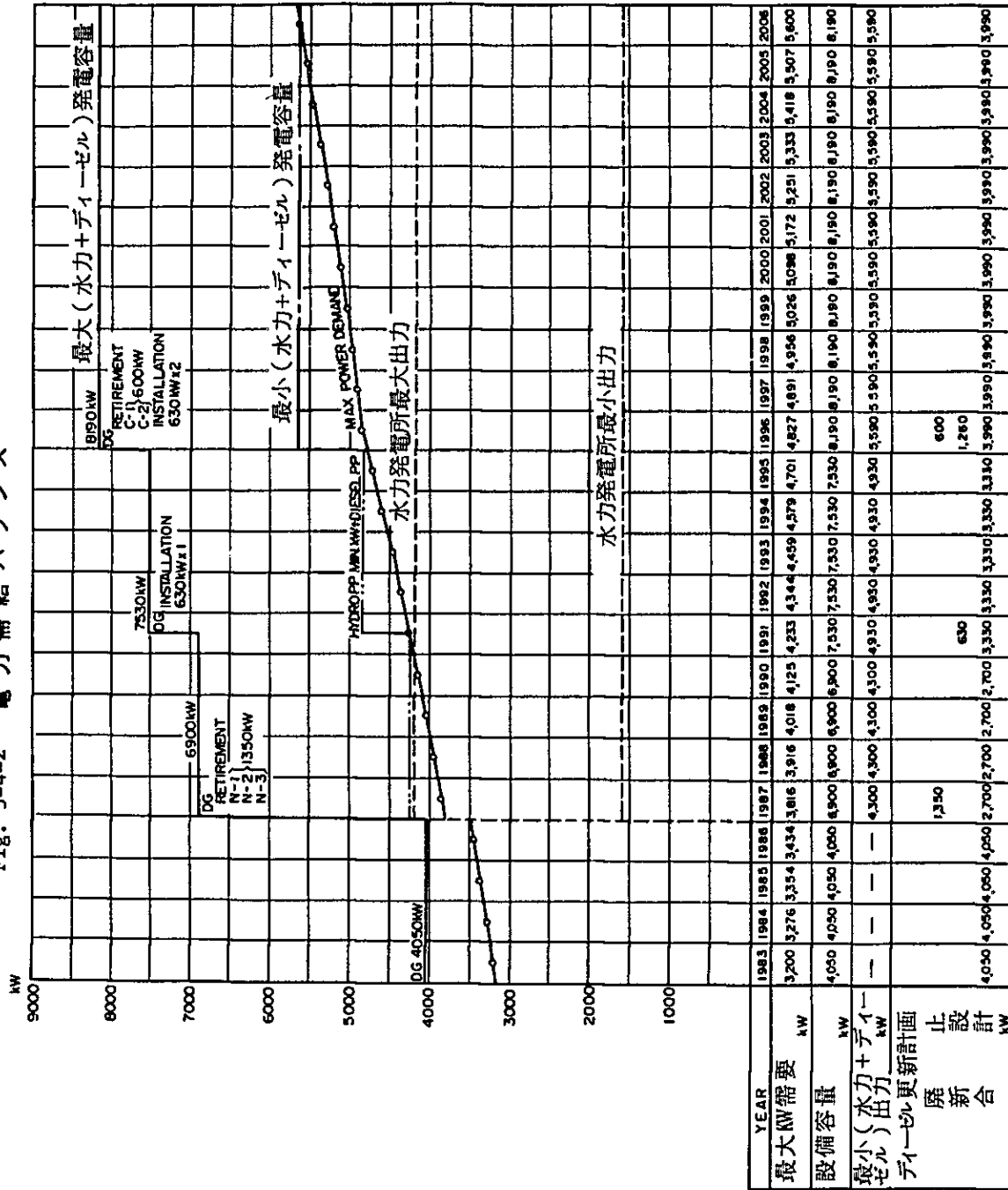


Table 5-4-1 ワンサラ電力系統の需給バランス

| 年 | 最大KW
需 要
(KW) | 平均KW
需 要
(KW) | kWh需要
(MWh) | ディーゼルによる補給電力分 | | | 水力発電所
による電力
供給分
(MWh) |
|-------|---------------------|---------------------|----------------|---------------|--------------|------------|--------------------------------|
| | | | | ピーク時
(MWh) | 乾 期
(MWh) | 計
(MWh) | |
| 1983 | 3,200 | 2,281 | 20,000 | - | - | - | - |
| 1984 | 3,276 | 2,337 | 20,475 | - | - | - | - |
| 1985 | 3,354 | 2,393 | 20,962 | - | - | - | - |
| 1986 | 3,434 | 2,450 | 21,463 | - | - | - | - |
| 1987 | 3,816 | 2,583 | 22,629 | - | 912 | 912 | 21,717 |
| 1988 | 3,916 | 2,647 | 23,187 | - | 1,015 | 1,015 | 22,172 |
| 1989 | 4,018 | 2,713 | 23,763 | - | 1,105 | 1,105 | 22,658 |
| 1990 | 4,125 | 2,780 | 24,355 | - | 1,218 | 1,218 | 23,137 |
| 1991 | 4,233 | 2,850 | 24,963 | 1 | 1,329 | 1,330 | 23,633 |
| 1992 | 4,344 | 2,921 | 25,589 | 13 | 1,464 | 1,477 | 24,112 |
| 1993 | 4,459 | 2,995 | 26,233 | 39 | 1,602 | 1,641 | 24,592 |
| 1994 | 4,579 | 3,070 | 26,845 | 80 | 1,754 | 1,834 | 25,061 |
| 1995 | 4,701 | 3,145 | 27,576 | 136 | 1,919 | 2,055 | 25,521 |
| 1996 | 4,827 | 3,228 | 28,276 | 210 | 2,095 | 2,305 | 25,951 |
| 1997 | 4,891 | 3,262 | 28,577 | 254 | 2,174 | 2,428 | 26,149 |
| 1998 | 4,956 | 3,298 | 28,890 | 303 | 2,258 | 2,561 | 26,329 |
| 1999 | 5,026 | 3,335 | 29,216 | 361 | 2,346 | 2,707 | 26,509 |
| 2000 | 5,048 | 3,374 | 29,555 | 425 | 2,440 | 2,865 | 26,690 |
| 2001 | 5,172 | 3,414 | 29,909 | 498 | 2,590 | 3,088 | 26,821 |
| 2002 | 5,251 | 3,456 | 30,277 | 581 | 2,644 | 3,225 | 27,052 |
| 2003 | 5,333 | 3,500 | 30,661 | 675 | 2,755 | 3,430 | 27,231 |
| 2004 | 5,418 | 3,546 | 31,060 | 778 | 2,871 | 3,649 | 27,411 |
| 2005 | 5,507 | 3,593 | 31,477 | 894 | 2,995 | 3,889 | 27,588 |
| 2006 | 5,600 | 3,643 | 31,912 | 1,026 | 3,126 | 4,152 | 27,760 |
| Total | - | - | 555,000 | 6,274 | 40,612 | 46,886 | 508,114 |

Fig. 5-4-2 電力供給バランス



第6章 発電計画



第 6 章 発 電 計 画

| | | |
|-----|-------------------------|-------|
| 6.1 | 水力発電所の設備出力の決定 | 6 - 1 |
| 6.2 | ディーゼル発電所の設備更新計画 | 6 - 3 |
| 6.3 | 水力発電計画の概要 | 6 - 3 |
| 6.4 | 発電所地点の比較 | 6 - 5 |
| 6.5 | 鉾山専用水力発電所を建設するケース | 6 - 9 |

第 6 章 発 電 計 画

6.1 水力発電所の設備出力の決定

前節で検討した通り 2006 年の鉱山の電力需要と Huallanca, La Union の民生需要の合計最大電力は 5,600 KW である。よって、電力の需給バランスからみれば、設備出力 5,600 KW の発電所を建設すれば良いことになる。しかしながら、本地点は豊水期には十分な流量があるが、渇水期 4.5 ヶ月間は流量が減少し、最渇水時の発生電力は 1,600 KW まで低下する（図 6-1-1）。

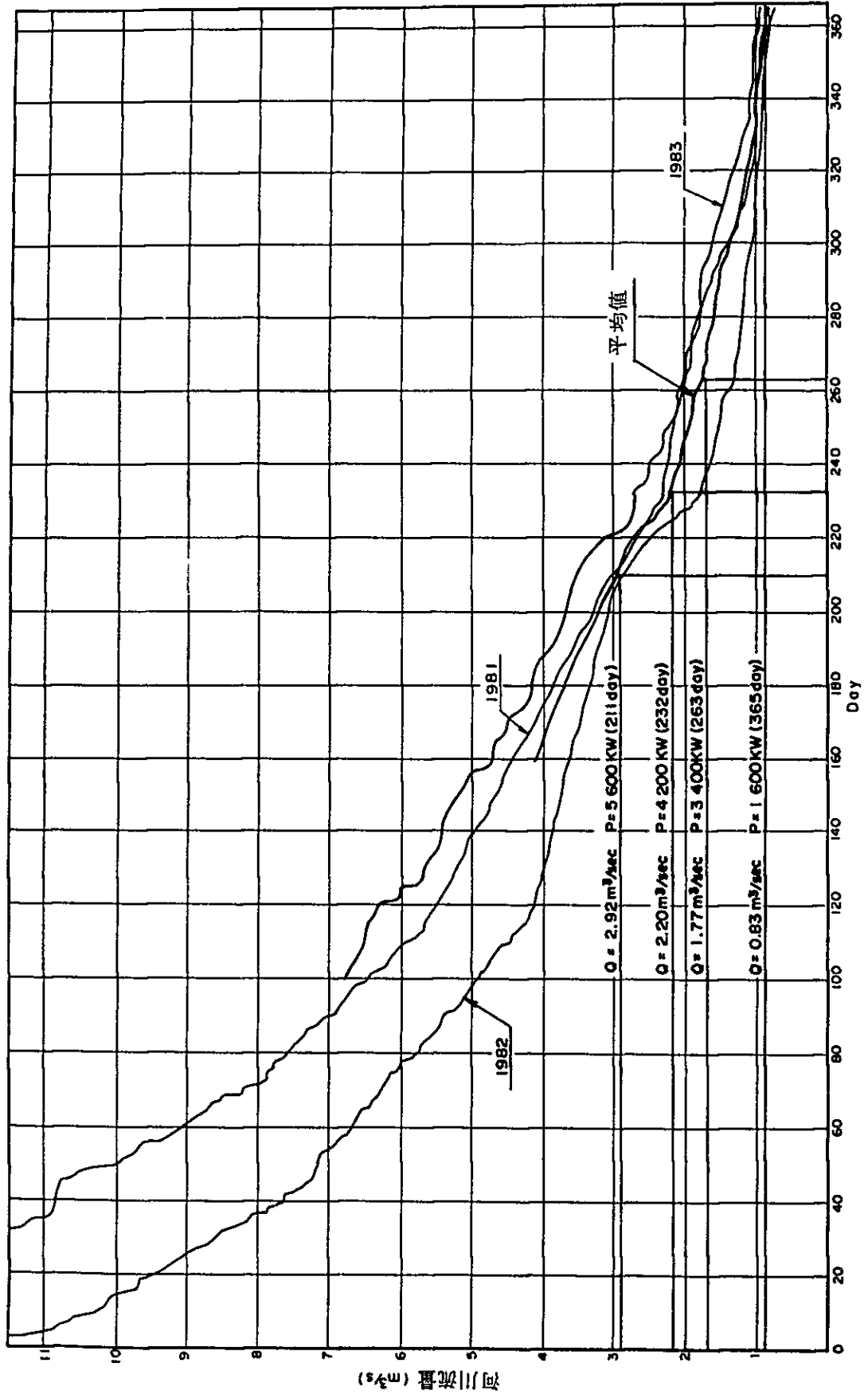
したがって、想定される電力需要をまかなうためには、水力発電所と現有のディーゼル発電所による補給運転を組合わせた運転方式となるので、別の要素で設備出力を決定する必要がある。

今後、燃料費がますます高くなる可能性があること、ディーゼルの運転期間をなるべく少なくした方が、発電設備全体の維持管理がやりやすいこと、水力発電所建設地点は、落差が大きいので、流量が多少増えても、土木工事量の増加は少ないこと等を考慮すると、水力発電所の設備出力は、なるべく大きくした方が望ましい。

しかし、Santa Luisa 社の希望が、先述したように「極力投資額を少なくするために必要最少限の規模として、場合によっては鉱山の生産量を発電所の能力に合わせて調整することも考える。」ということであったので、Huanzala 水力発電所の設備出力は、現有ディーゼル発電設備の能力を下まわらない 4,200 KW として、不足分は、ディーゼル発電の補給による方式によることとした。

なお、ディーゼル発電設備は、水力発電所運転開始後、補給火力発電所となるので、ユニットの更新に当っては最渇水時の水力・火力合計出力が常に想定負荷値 (KW) を上回るよう配慮されなければならない。

FIG. 6-1-1 サンファン川流況曲線



6.2 ディーゼル発電所の設備更新計画

現在のディーゼル発電所の設備は、需要の増加に合わせて更新しつつ使用することになる。この設備更新の基本条件は下記の通りとする。

- (1) 現有のディーゼル発電機は図6-2-1に示すように11ユニット4,050KWであり、各々の残存耐用年数は図示する通りである。
- (2) ディーゼル発電機の耐用年数は一般的に15年であるが、本プロジェクトの諸検討に於いては寿命は20年とした。
- (3) ディーゼル発電機は8,000時間、24,000時間等で、オーバーホールその他の定期点検が必要である。したがって、水力発電所を建設しないケースでは全需要をディーゼル発電で賄ない、常時1台はオーバーホールしていることになるので、設備出力としては予備1台を考慮する。水力発電所を建設する場合、豊水期にはディーゼルの稼働率は大巾に低下するので、この時期にオーバーホールを行なうことが可能であるから予備は考慮しない。
- (4) ディーゼル発電機は保守、運転の面からみれば、単機出力を大きくして、なるべく並列運転台数を少なくすることが望ましいが、現在の発電機の残存耐用年数がまちまちなので、再投資額をなるべく少くするため、1,400PS級（高地で出力630KW）のディーゼル発電機で更新するものとする。
- (5) ディーゼル発電機の残存価値と撤去工事費は相殺されるものとする。

以上の条件にもとづき、ディーゼル発電機の設備更新計画を策定した（図5-4-2）。

6.3 水力発電計画の概要

本プロジェクトで建設する水力発電所の設備出力は4,200KWである。

Santa Luisa社では、数年前から水力発電所の建設を意図して、複数地点について流量調査、地形・地質調査等を事前に行なってきた。

計画地点はHuanzala 鉱山から10km離れたHuallanca 町にあり、取水口・導水路・水圧管路・発電所等の構造物は、San Juan川の右岸側に設けられる。取水口はHuallancaの上流約6kmのArequipa（アレキーバ）橋の直上流の地点以外に代替地点はない。発電所地点については、次節にのべるようにA（上流案）・B（中流案）およびC（下流案）の3地点を選定して、比較検討を行なった。

Fig. 6-2-1 現有ディーゼルの更新計画

