

## 2-2 鉾山都市の開発形態

鉾山都市開発にあたって、鉾山の集積メリットを生かし、既存地域社会の生活の向上に寄与する、といった目標を実現するための基本的な方法としては、次の2つが考えられる。

- ① 2つ以上の鉾山の住宅サイトを一体的に開発すること。
- ② 各鉾山および周辺地域社会を対象とする共同の施設、例えば病院、中学校（CEBⅢ）高等学校（ESEP）、ホテル、レクリエーションセンター等を各地区から利用しやすい場所に設けること。

いずれも各鉾山都市の施設建設コスト、維持・管理コストを低減させ、また一方で各鉾山および既成市街地が単独では保持しにくい内容・水準の施設を成立させるために有効な手法となる。

このうち、複数の鉾山の住宅サイトを一体に開発することの可能性を考える場合、既述のとおり就業人口規模、立地条件および事業着手の優先度、鉾山寿命など様々な面からみてチンタヤ鉾山がその中核となるべきであろう。また一方、地理的な条件からチンタヤ〜ケチュア、コロコワイコ〜ケチュアの間はいずれも急峻な地形によって阻まれているのに対して、コロコワイコ〜チンタヤの間は州道104号を通じて比較的容易に連絡しうる位置関係にあると言える。従って、チンタヤ・コロコワイコ両鉾山の住宅サイトを共同開発する可能性が最も高いと考えられる。この両鉾山の場合、同一水系に属しており、給水施設の共同化などに関しても有利な条件にあると言える。また、新たに開発される3鉾山の住宅サイトを全て一体に建設することは、通勤条件などからみて無理な点が多いと考える。

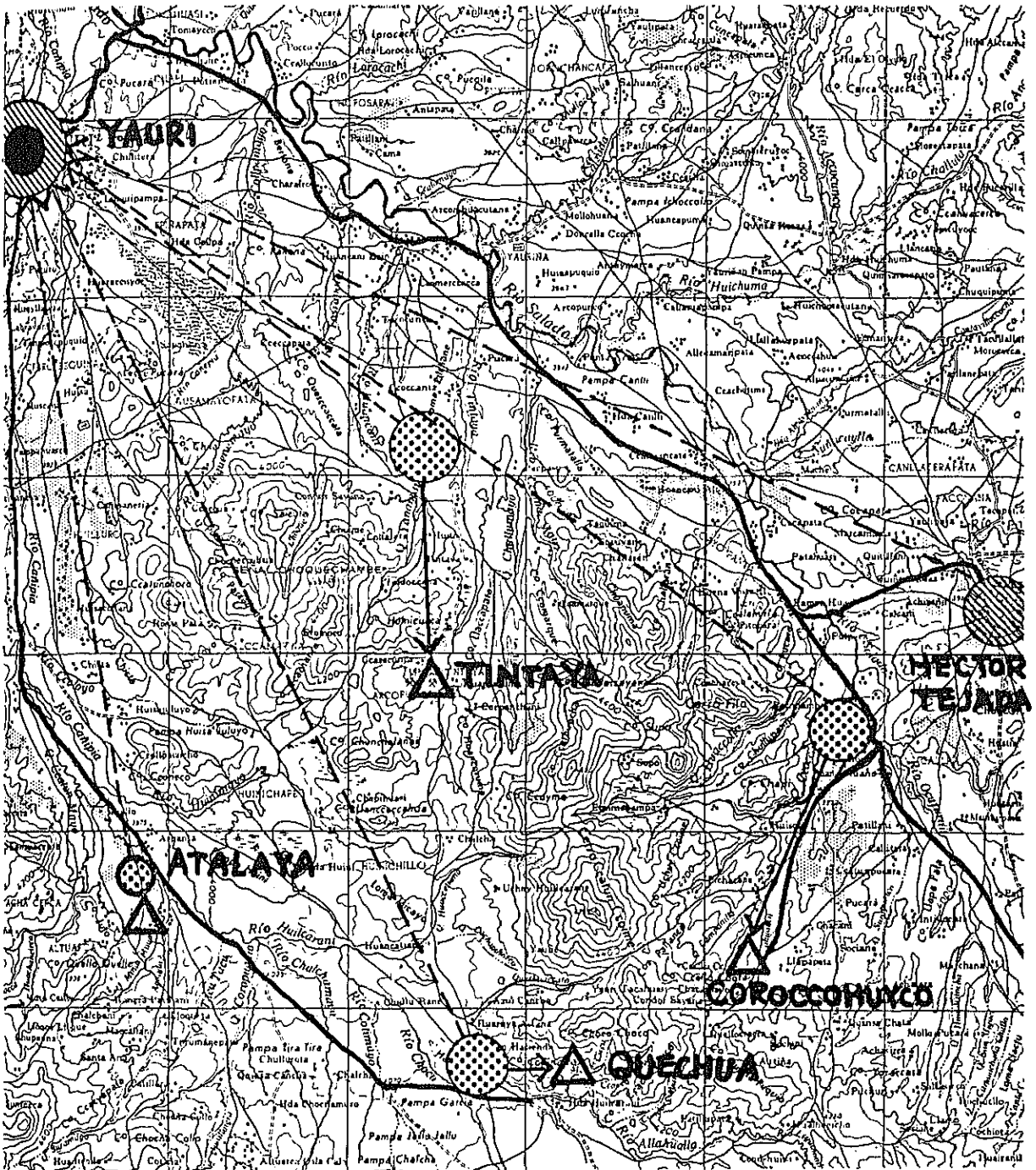
一方、各鉾山および既存地域社会を共通の対象とする地域中心施設を設置する場所としては、まずさきに示したと同じ理由からチンタヤ鉾山の住宅サイトがあげられる。また、エスピナル郡の中心都市であるヤウリ市街地も一方の候補としてあげられるであろう。

以上の考察から鉾山都市の開発形態に関して、次の3つのオルタナティブをとりあげることができる。

- ① 各鉾山の住宅サイトはそれぞれの山元の近くに建設し、地域中心施設をヤウリに設ける方法
- ② 各鉾山の住宅サイトはそれぞれの山元の近くに設け、地域中心施設をチンタヤ鉾山の住宅サイトに設ける方法
- ③ チンタヤ、コロコワイコ両鉾山の住宅サイトを一体に建設し、地域中心施設もここに設ける方法

各開発形態における鉾山都市の立地関係は図6-9, 10, 11に示すようになる。これら各案について、鉾山都市の建設コスト、地域中心施設利用の利便性、鉾山都市からの通勤条件

図6-9 鉦山都市の開発形態に関するオルタナティブ①



- - 
  -
- 鉦山就業者の通勤  
 地域対象施設の利用  
 既成市街地  
 各鉦山の住宅サイト  
 地域対象施設  
 マインサイト

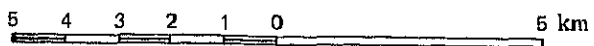
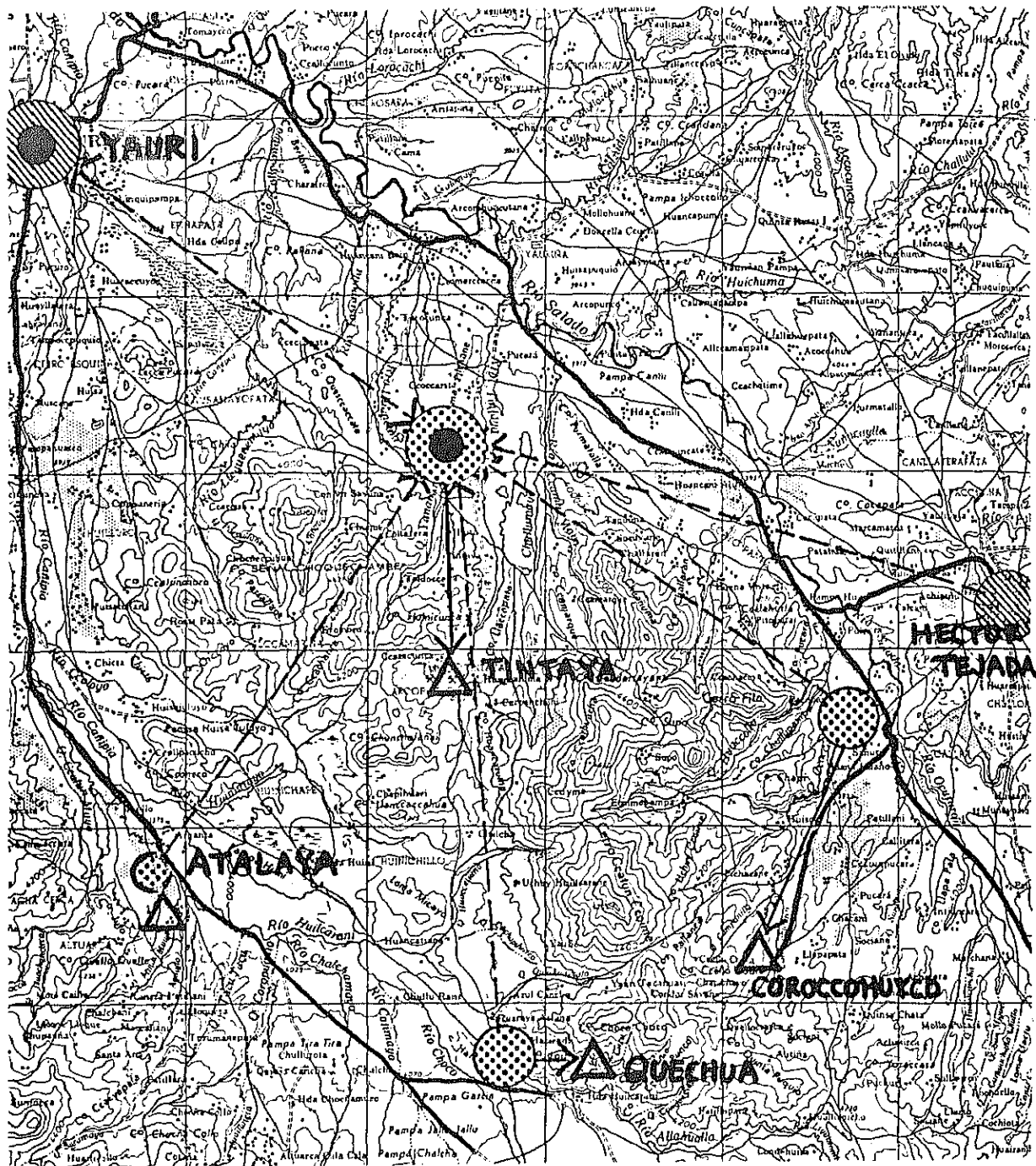


図6-10 鉦山都市の開発形態に関するオルタナティブ②



既成市街地

各鉦山の住宅サイト

地域対象施設

メインサイト

鉦山就業者の通勤

地域対象施設の利用

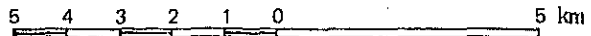
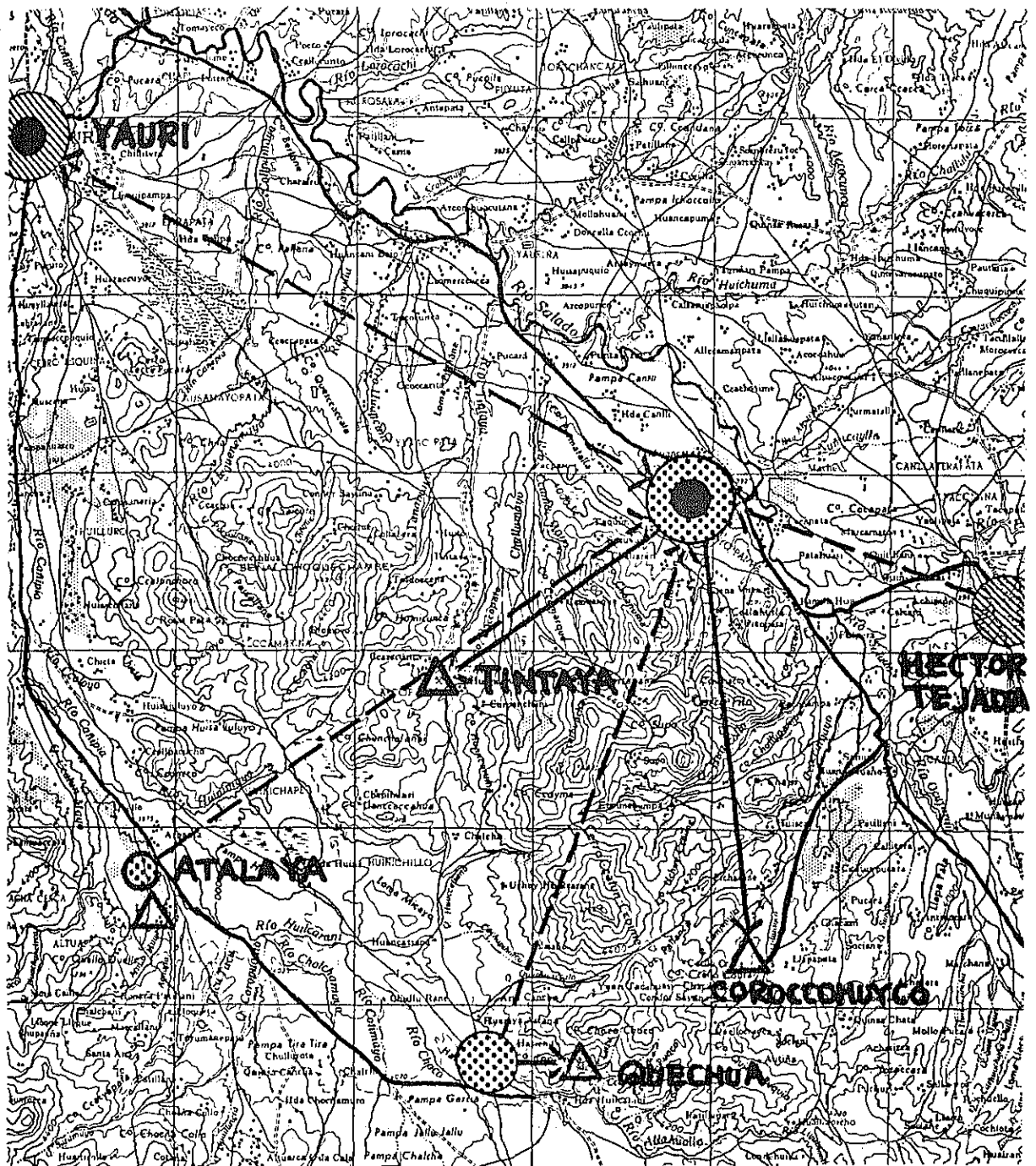
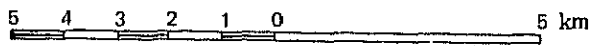


図6-11 鉱山都市の開発形態に関するオルタナティブ③



- - 
  - 
  -
- 既成市街地
  各鉱山の住宅サイト
  地域対象施設
  マインサイト
- 鉱山従業員の通勤
  地域対象施設の利用



等の面からの評価を示したものが表6-13である。

表6-13 鉾山都市の開発形態に関するオルタナティブの評価

評価項目	鉾山都市建設コスト	地域中心施設利用の利便性	各鉾山への通勤条件	地域中心施設の利用可能期間
オルタナティブ①	△	△	◎	◎
〃②	○	◎	◎	○
〃③	◎	◎	○	○

(注) ◎ : 非常に有利である  
 ○ : 有利である  
 △ : 必ずしも有利でない

①の場合、地域中心施設を鉾山都市に設ける場合に比べて、鉾山の需要に制約されず施設を長期に渡って活用し得る反面、各鉾山都市からそれらの施設を利用する際の交通時間およびコストが大きなものとなる。

②の場合、地域中心施設の位置が将来の人口分布の重心に近くなり、各鉾山町および既存市街地から利用しやすくなると同時に、施設用地などの整備を、チンタヤ鉾山の住宅サイトのインフラストラクチャーと一体的に行い得る。

③の場合、チンタヤ、コロコワイコ両鉾山の住宅サイトは、それぞれのほぼ中間に建設することが望ましく、チンタヤ鉾山開発計画における鉾山都市計画の見直しが必要となろう。この場合、両鉾山の従業員の通勤距離とアタラヤ；ケチュア鉾山の住宅地から地域中心施設への距離が②の場合に比べて遠くなるが、両鉾山の住宅地のインフラストラクチャーおよび公共公益施設を、一体的に整備することによる経済的メリットは大きく評価し得る。共通の住宅都市を両鉾山の中間に設けた場合、それぞれの通勤距離は約1.2kmとなる。

鉾山都市の開発形態は、各鉾山の経営主体の意向や、その開発スケジュール等を反映させ、最終的に決定すべきであるが、この段階では②または③の形態が選択されるべきであろう。

ここに提案した共同利用施設の建設あるいは2つの鉾山都市の一体的建設といったことを実現させるためには、各鉾山の経営主体が共同して施設を維持運営していくための新しいシステムが必要となる。今後こうした都市経営面に関する検討課題についても、関係機関が協同して取り組む必要がある。

## 2-3 鉾山都市の規模と土地利用

### 2-3-1 鉾山都市の人口

チンタヤ、コロコワイコ、ケチュア3鉾山の計画諸元に基き、各鉾山の開発に伴って、新た

に成立する都市人口を求めると、表6-14のとおりである。

表6-14 鉾山都市の人口規模の設定

項 目		チンタヤ鉾山	コロコワイコ 鉾 山	ケ チ ュ ア 鉾 山	計
従 業 員 数 (人)		900	600	650	2,150
住宅供給対象	単 身 者 (人)	203	135	146	484
	既 婚 者 (人)	607	405	439	1,451
	計 (人)	810	540	585	1,935
家 族 人 口 (人)		2,430	1,620	1,755	5,805
鉾山雇用関連人口 (人)		3,240	2,160	2,340	7,740
サービス関連人口 (人)		1,620	1,080	1,170	3,870
鉾山都市総人口 (人)		4,860	3,240	3,510	11,610

ここではまず、各鉾山の従業員のうち、地元からの就業人口（住宅持ちの通勤人口）を10%と想定し、残る90%に対して鉾山都市において社宅供給を行うものとした。このうち単身者と既婚者の比を25：75とし、既婚者について平均家族人数（本人を除く）を4.0人として鉾山雇用関連人口を求めた。

注）既存鉾山の事例によれば、単身者の割合はアタラヤ鉾山で31%、ワンサラ鉾山（MINERA SANTA LUISA：ペルー北部にある従業員約730人の中規模鉾山）で23%となっており、一般に都市近郊の鉾山では低く、高山地帯、僻地では高くなる傾向にある。また家族人数についてはアタラヤ鉾山で5人、ワンサラ鉾山で3.7人となっており、同様に高山地帯では少くなる傾向にあるといわれている。

この結果、3鉾山に新たに定着する鉾山雇用関連人口（従業員数+家族数）は、約7,740人と推定される。これはヤウリの市街地人口のほぼ2倍に相当する。

さらに、鉾山都市においてはサービス関連人口の定着を考慮しておく必要があるが、ここではその割合を雇用関連人口の50%と見込んでいる。

注）さきのワンサラ鉾山の例においては、鉾山関連の日雇労働従事者、店舗、飲食店従業者などのサービス関連人口が、雇用関連人口に対して約40%となっている。

鉾山都市の計画は、これらサービス関連人口の定着を含め、将来の発展の余地を十分持ったものとする必要がある。サービス関連人口は、鉾山の操業開始後、年次的に増加していくものと考えられるが、これを含めると鉾山都市の最終人口は合計で約1万1,600人に達するものと予想される。

2-3-2 鉾山都市の面積・土地利用

鉾山都市には従業員の住宅の他、公園、レクリエーション用地、オープンスペース、道路用地および教育、文化、医療、社会サービスなどの諸施設の用地が必要であり、また鉾山雇用関連人口だけでなく、サービス関連人口の居住エリアや将来への発展余地が計画的に確保されなくてはならない。

表6-15 鉾山都市の拡がりの設定

項 目		A コロコワイコ鉾山単独で 都市建設を行う場合	B チンタヤ・コロコワイコ 両鉾山都市を一体的に建 設する場合
鉾山 都市 人口	雇用関連人口	2,160 人	5,400 人
	サービス関連人口	1,080 人	2,700 人
	計	3,240 人	8,100人
社住 住宅 戸数 敷地	単身住宅	135 戸 1.4 ha	338 戸 3.4 ha
	家族住宅	405 戸 8.1 ha	1,012 戸 20.2 ha
	計	540 戸 9.5 ha	1,350 戸 23.6 ha
公園、オープンスペース レクリエーション用地		9.5 ha	23.6 ha
道路、公共公益施設用地		9.5 ha	23.6 ha
雇用関連人口に対応する 都市の拡がり		28.5 ha	70.8 ha
サービス関連人口に対応 する都市の拡がり		14.3 ha	35.4 ha
鉾山都市総面積		42.8 ha	106.2 ha

表6-15は、さきに示した開発形態との対応を考慮し、

A. コロコワイコ鉾山単独で鉾山都市建設を行う場合、

B. チンタヤ、コロコワイコ両鉾山都市を一体的に建設する場合、

の2ケースについて鉾山都市の拡がりを求めたものである。

ここでは、まず鉾山雇用関連人口について、

単身者住宅	……………	1人当り	100m <sup>2</sup>
家族用住宅	……………	1戸当り	200m <sup>2</sup>

として住宅敷地を求め、つぎに鉾山都市の土地利用構成を、

住宅敷地	……………	1/3
公園、オープンスペース、レクリエーション用地	……………	1/3
道路、公共公益施設用地	……………	1/3

として雇用関連人口に対応する都市の拡がりを設定している。さらに、サービス関連人口の居住域を上記の50%見込むものとして、最終的な鉾山都市の拡がりを設定した。

この結果、鉾山都市総面積は、Aの場合約43ヘクタール、Bの場合約106ヘクタールとなる。いずれの場合も、都市全体の人口密度は1ヘクタール当たり76人となっている。

## 2-4 鉾山都市の立地選定

鉾山都市の立地する場所については、次のような基本的な条件が満たされなければならない。

- ① 鉾山に近く、通勤が容易であること。
- ② 地質、地盤条件が良好で、地形的に開発の容易な用地がまとまって確保できること。
- ③ 飲料水が容易に確保できること。
- ④ 環境が居住に適していること。
- ⑤ 他の土地利用（例えば農業的土地利用）を著しく妨げないこと。

①に関しては、鉾業一般法の規定等から少なくとも鉾山から20km、30分以内の距離にあることが必要である。徒歩通勤を可能にするためには、住宅地は山元に接していることが必要となるが、生活環境の保全という面からは、職場と住居とは一定の適切な距離を離すことが望ましい。特に、廃滓堆積場からの排水やほこりによる影響、鉾石や燃料などの輸送に伴う影響について十分な注意を払い、それらを避け得る場所に都市の立地を定めることが必要である。

コロコワイコ鉾山に関しては、その北方一帯に、地形の緩やかな丘陵および河岸段丘地帯が拡がっていて、上記諸条件を満たす開発用地を確保することが十分可能である。このエリアは、地方道（RUTA VECINAL）565号に近く、ヤウリヤヘクトール・テハダとの連絡に便利であり、サラード川からの飲料水の取水も容易である。

ここでは、既述の鉾山都市開発形態との対応を考慮しつつ、鉾山都市の立地について、以下の各地区を開発候補地として提示する（図6-12、写真6-1、2、3参照）。

A、コロコワイコ鉾山単独で鉾山都市建設を行う場合。

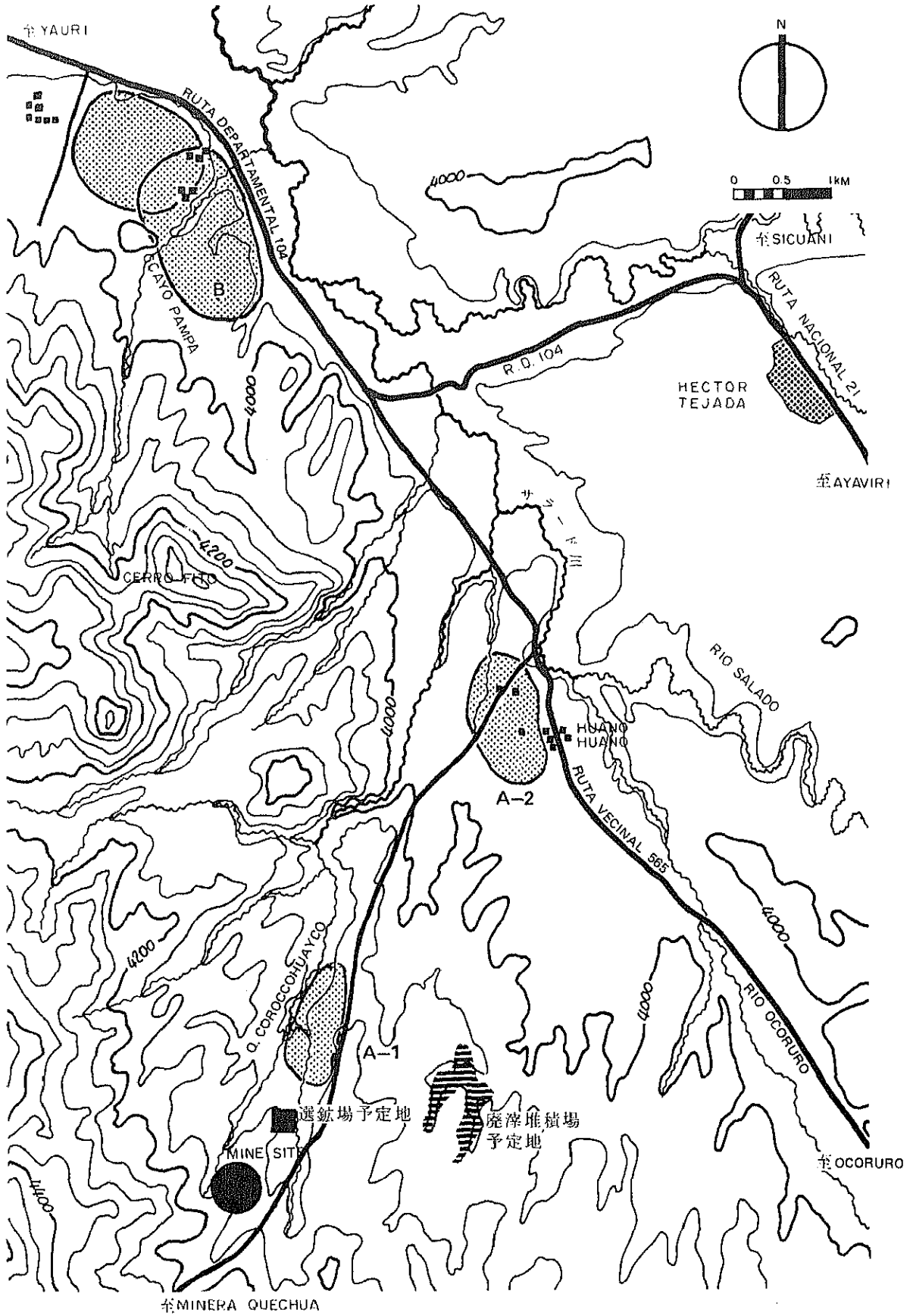
この場合、当然鉾山サイトに近く通勤上有利な場所を優先することとなるが、次の2つの候補地があげられる。

A-1：コロコワイコ谷東側丘陵地

鉾山サイトに隣接していて、徒歩通勤が可能であるが、チンタヤ鉾山の住宅サイト



图 6-12 鉾山都市開發候補地検討図



に、地域中心施設を設けることを考える場合、その利用にやや不便が生ずる。

A-2：ワノワノ集落北方丘陵地

鉾山サイトからは約5 kmの距離にあるが、地方道565号に接していて、チンタヤ鉾山住宅サイトやヤウリ市街地との連絡が容易になる。

B. チンタヤ、コロコワイコ両鉾山都市を一体的に建設する場合。

この場合、鉾山都市は両鉾山サイトのほぼ中間に位置するサラード川左岸の河岸段丘地帯(CCAYO PAMPA)が開発適地と言える。ここから両鉾山までの距離は約12 kmであり、それぞれ州道104号、地方道565号によって容易に連絡し得る位置にある。

写真6-1 A-1 コロコワイコ谷東部丘陵（鉦山サイトより）

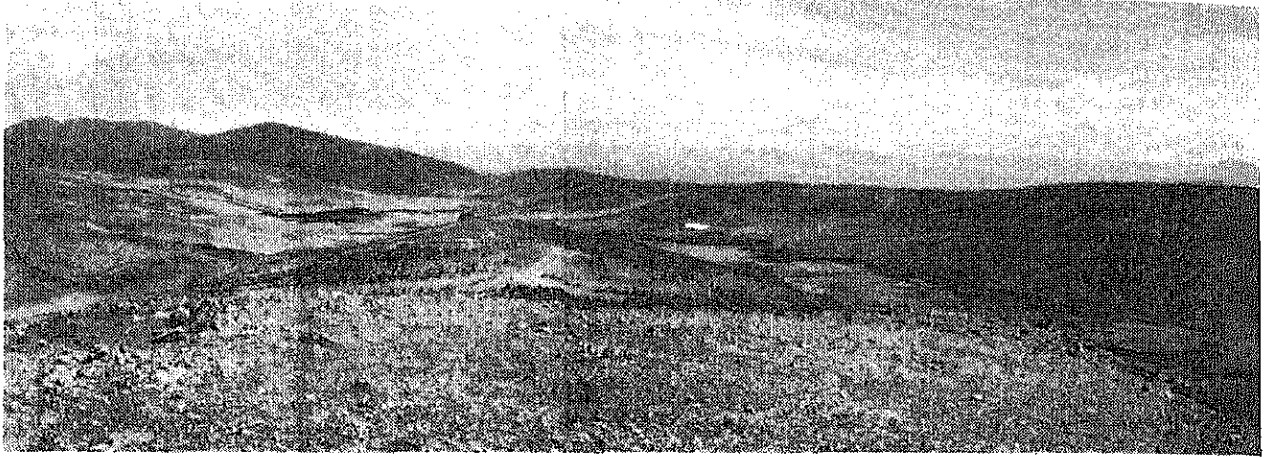


写真6-2 A-2 ワノワノ集落北方丘陵（北方より，左はサラード川）

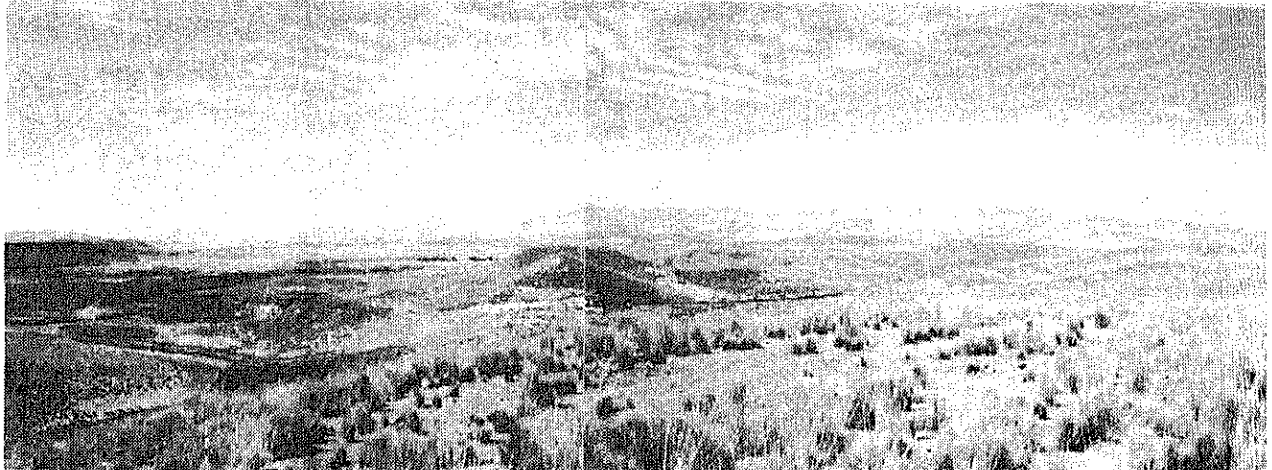
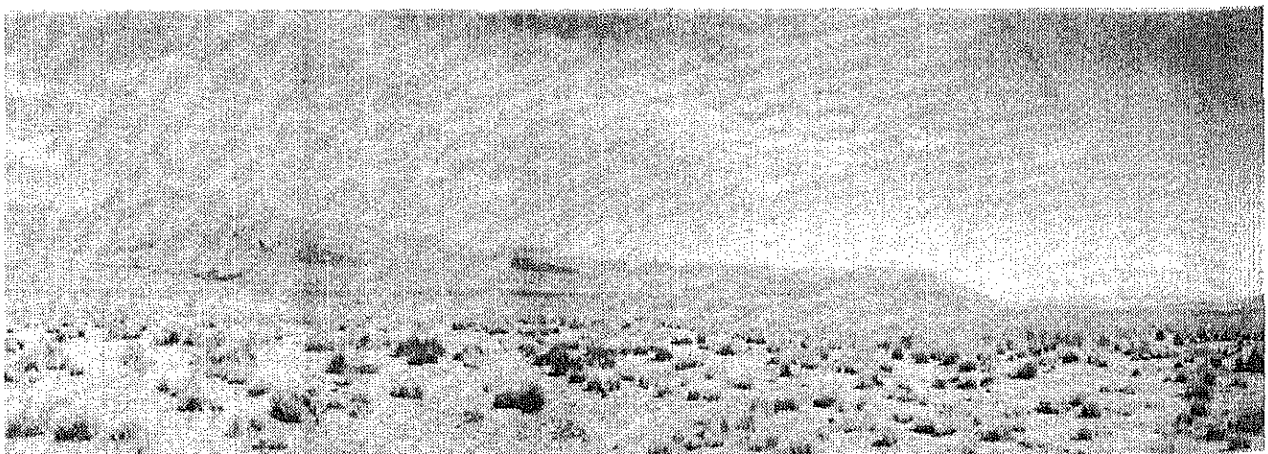


写真6-3 B カヨパンパ（東方より）



### 第3節 都市施設の計画

#### 3-1 施設計画の諸前提

鉾山都市の施設計画に先立って、関連法規を計画の前提条件として整理する。

ペルー共和国における、鉾山都市開発関連の主要法令としては、次のものがあげられる。

- (イ) 鉾山一般法 ( DECRETO LEY N° 18880, LEY GENERAL DE MINERIA, 1971年 )
- (ロ) 鉾業共同体規制 ( DECRETO SUPREMO N° 025-72-EM-DS, REGLAMENTO DE LA COMUNIDAD MINERIA, 1972年 )
- (ハ) 鉾業一般法第326条細則 ( DECRETO SUPREMO N° 025-73-EM-DS, REGLAMENTO DEL ARTICULO 326 DE LA LEY GENERAL DE MINERIA, RELATIVO A VIVIENDA, 1973年 )
- (ニ) 鉾山福祉・保安基準 ( DS-034-73, REGLAMENTO DE BIENESTAR Y SEGURIDAD MINERIA, 1973年 )
- (ホ) 鉾山会社社宅建設法 ( DECRETO LEY N° 20007 SEBRE VIVIENDA E INSTALACIONES Y SERVICIOS DE BIENESTAR, 1973年 )
- (ヘ) 国家建設法 ( D.S 039-70-VおよびS.D.063-70-V, REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, 1970年 )

各法令のうち、都市施設計画に特に関連する主要事項について示せば、以下のとおりである。

##### (1) 鉾山企業による施設建設の義務

鉾山一般法第326条では、鉾山が遠隔地にある場合、以下の諸機能を鉾山会社の責任において整備し、維持・運営していくことを義務づけている。

- ① 労務者住宅 ( VIVIENDAS ADECUADAS )
- ② 学校建設と維持 ( ESCUELAS Y SU FUNCIONAMIENTO )
- ③ レクリエーション機能 ( INSTALACIONES ADECUADAS PARA LA RECREACION )
- ④ 社会サービス機能 ( SERVICIOS DE ASISTENCIA SOCIAL )
- ⑤ 社会保険でカバーされない医療サービス機能 ( ASISTENCIA MEDICA Y HOSPITALARIA GRATUITA, EN LA MEDIDA QUE ESTAS PRESTACIONES NO SEAN CUBIERTAS POR LAS ENTIDADES DEL SEGURO SOCIAL )

鉾山一般法第326条細則では、同条の適用にあたり「遠隔地 ( ZONAS ALEJADAS )」とは最も近い人口密集地から、安全速度の自動車により30分以上を要するか、もしくは20

km以上離れた地域をさすこととし、また「人口密集地（POBLACIÓN）」とは、鉾山一般法第326条に定める全ての施設・サービスを持ち、かつ鉾山の従業員およびその家族数の少なくとも10倍以上の人口を有する場所でなくてはならないことを定めている。従って、チンタヤ、コロロワイコ、ケチュアの3鉾山の場合、いずれも自らの責任において前記諸機能を新たに整備し、維持していくことが義務づけられる。

鉾山一般法第326条および細則に基き、建設・維持を義務づけられる施設の種類は次のように理解される。

- ① 住宅 : 労働者用社宅
- ② 従業員用施設 : 独身者食堂
- ③ 行政施設 : 行政建物（役場等）、郵便局
- ④ 医療施設 : 病院
- ⑤ 教育・文化施設 : 学校（幼稚園、普通学校）、教会
- ⑥ 商業施設 : 市場
- ⑦ レクリエーション施設 : 映画館、クラブハウス、競技場
- ⑧ 都市設備 : 給水設備、汚水排水施設、雨水排水施設、電気設備、ゴミ処理施設

なお、鉾山都市の計画については、鉾山会社社宅建設法に基き、これを動力鉾山省を通じて住宅省・動力省常置合同委員会（COPERMI : COMISIÓN PERMANENTE MIXTA DE VIVIENDA Y ENERGIA Y MINAS）に提出し、その許可を得ることが義務づけられている。また計画・設計は、ペルー技術者協会または建築家協会登録の建築家もしくは都市計画家によって行われなければならない。

## 12) 住宅設計に関する規準

鉾山会社は、従業員の社宅について操業当初は、建設期間中に用いた仮設住宅をあてることができるが、操業開始後3～5年以内には、住宅を必要とする従業員に対して、恒久住宅を提供しなければならない。住宅（恒久住宅）の設計に関して、鉾山一般法第326条細則および鉾山会社社宅建設法の定めるところは以下のとおりである。

### 単身者住宅

- ① 1寝室は、1個または3個のベッドを収容するものであること（2ベッドは不可）。
- ② 一棟あたり寝室数は最大24とすること。
- ③ 労働者4人につき冷温水シャワー、便器、洗面器各一個の割合で、衛生設備（BANOS Y SERVICIOS HIGIENOS）を設置すること。
- ④ 寝室における調理を禁止すること。

### 家族用住宅

- ① 住宅の形式は、3階建以下の独立もしくは1階が12戸以上の集合住宅とすること。
- ② 全ての住宅は、最低次のものを備えること。

食堂兼居間	1
寝室	1
BANŌ（シャワー，洗面所，便器）	1
料理室	1

- ③ 寝室数は，5才以上の居住者3名につき1室の割合で増加すること。
- ④ 洗濯所を4戸に1カ所の割合もしくは各戸に設置すること。
- ⑤ 各戸に飲料水および排水設備を設けること。また，標高3,000m以上の高山地帯に位置する住宅には，暖房設備を設置すること。

各室の面積や各部寸法については，国家建設法およびその細則によるものとされるが，主要な条件は以下のとおりである。

- ① 寝室：面積10m<sup>2</sup>以上，最小間口2.8m
- ② 食堂兼居間：面積16m<sup>2</sup>以上，最小間口3.0m
- ③ 天井高：2.3m
- ④ 階段：有効巾1.0m，踏面の最小巾0.25m
- ⑤ 中庭および庭：敷地面積の30%以上
- ⑥ 建ぺい率：60%以下とすること

鉱山一般法139条等の定めにより，ペルーにおける鉱山は，生産規模（粗鉱生産量，年間販売額あるいは鉱区面積）によって大鉱山，中鉱山，小鉱山に区分され，それぞれの段階に応じて住宅・施設整備に関する法の適用規準が異なっているのが実態である。既述のCOPERMIによる鉱山都市計画・住宅設計の許可にあたっては，このことが勘案されるが，従来必ずしもこの許可基準が明確になっていなかったため，その確立が望まれている。特に，住宅の規模等について，今後それらの動きを注目する必要があると考えられる。

粗鉱生産量5,000トン/日以上の大鉱山は，大鉱山とみなされるが，これに従えばチンタヤ鉱山は大鉱山，コロコワイコ鉱山は中鉱山として位置づけられる。さきの提案に示すように，チンタヤ・コロコワイコ両鉱山の鉱山都市を一体的に開発するようなケースにおいて，この間の調整をどのように行うかも今後の研究課題の一つであろう。

### 3-2 施設内容の検討

施設の計画にあたっては，鉱山都市の開発形態との対応を考慮し，住宅に関しては直接検討対象となるコロコワイコ鉱山について検討を行い，他の公共公益施設に関しては，

- ① コロコワイコ鉱山単独で鉱山都市を建設し，全ての必要施設を地区内に設けた場合。
- ② コロコワイコ，チンタヤ両鉱山の鉱山都市を一体的に開発し，共同で公共公益施設を設ける場合。

の2ケースについて検討を行うものとした。

### 3-2-1 住 宅

鉱山都市の規模検討の項(2-3)に示した人口計画諸元に基づいて、コロコワイコ鉱山における社宅供給戸数を求めたものが表6-16である。

表6-16 住宅建設戸数

項 目	職 員 構 成 別		世 帯 構 成 別		計
	職 員 1)	労 務 者 2)	単 身 者	既 婚 者	
就 業 人 口(人)	90	510	150	450	600
必 要 住 宅 戸 数(戸)	90	450	135	405	540

(注) 1) STUFF EMPLEAD

2) OBRERO

ここでは、鉱山就業者のうち全体で10%を住宅持ちの通勤者(地元就業者)と見込み、残る90%に対して社宅の供給を行うものと考えた。地元就業率について、これまでチンタヤでは25%、コロコワイコ、ケチュア鉱山の開発計画でも20~30%が見込まれていたが、3鉱山が並行して操業する場合、全体として地元就業率は下がると考えなければならず、また一般に周辺地域の住宅水準と鉱山都市のそれとが大きく異なるため、住宅持ちとして入社した者でも、後に社宅への入居を希望するケースが多い、といった傾向も考慮しなければならない。これらの点から、住宅持ちの地元就業者を3鉱山全体の推定就業者数(2,150人)の10%約220人でおさえるものとした。

住宅のタイプ別構成は、入居者の家族型、家族人数との対応によって決定される。既存の中鉱山における入居者の構成を知る資料としては、ワンサラ鉱山(MINERA SANTA LUISA S.A.)の社宅入居者調査(表6-17)がある。

表6-17-1 ワンサラ鉱山における社宅入居者の家族型分布(1973年調査)

扶養家族 家族型 (人)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計 (%)
本人のみ(单身)	169	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169 (23.2)
本人+父・母	-	6	2	1	-	-	-	-	-	-	9 (1.2)
本人+子供	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3 (0.4)
夫婦のみ	-	49	-	-	-	-	-	-	-	-	49 (6.7)
夫婦+子供 (長子5才未満)	-	-	31	94	13	15	4	2	-	-	159 (21.8)
夫婦+子供 (長子5才以上)	-	-	86	20	63	77	47	27	11	5	336 (46.2)
夫婦+父・母+子供 (長子5才未満)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1 (0.1)
夫婦+父・母+子供 (長子5才以上)	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2 (0.3)
計 (%)	169 (23.2)	56 (7.7)	120 (16.5)	116 (15.9)	77 (10.6)	93 (12.7)	51 (7.0)	29 (4.0)	12 (1.6)	5 (0.7)	728 (100.0)

(出所) PROGRAMA DE VIVIENDA Y BIENESTAR COMPANIA MINERA SANTA LUISA S.A.

表6-17-2 家族型分布に対応するタイプ別必要住宅数

住宅タイプ	単身者 住宅	1寝室型 住宅	2寝室型 住宅	3寝室型 住宅	4寝室型 住宅	計
必要戸数	169	90	371	93	5	728
%	23.2	12.4	51.0	12.8	0.7	100.0

(出所) PROGRAMA DE VIVIENDA Y BIENESTAR COMPANIA MINERA SANTA LUISA S.A.



ここでは、これらの基礎データを参考としつつ表6-18のように住宅のタイプ別構成を設定した。

表6-18 タイプ別 住宅建設戸数

(単位:戸)

項 目	単身者 <sup>1)</sup> 住 宅	家 族 用 住 宅					計
		1 寝 室	2 寝 室	3 寝 室	4 寝 室	小 計	
職 員 住 宅	23 ( 25 ) <sup>2)</sup>	- ( 0 )	40 ( 45 )	27 ( 30 )	- ( 0 )	67 ( 75 )	90 ( 100 )
労 務 者 住 宅	112 ( 25 )	32 ( 7 )	202 ( 45 )	90 ( 20 )	14 ( 3 )	338 ( 75 )	450 ( 100 )
計	135 ( 25 )	32 ( 6 )	242 ( 45 )	117 ( 22 )	14 ( 3 )	405 ( 75 )	540 ( 100 )

(注) 1) 単身者住宅については1人1寝室として寝室数を表わしている。

2) ( )内はパーセントを示す。

各タイプ別の住宅規模については、既述の住宅設計に関する諸規準を満たす範囲で、つぎのように設定した。

単身者住宅

1人当り床面積25m<sup>2</sup>

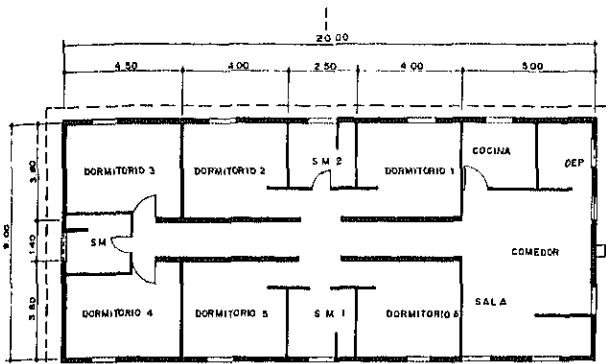
家族用住宅

1. 寝室タイプ	60m <sup>2</sup>
2. 寝室タイプ	72m <sup>2</sup>
3. 寝室タイプ	85m <sup>2</sup>
4. 寝室タイプ	100m <sup>2</sup>

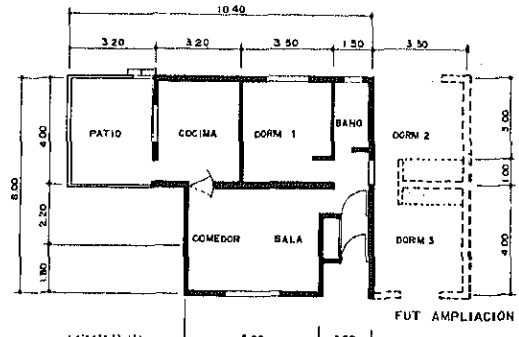
住宅規模の設定に関する参考例として、図6-13および表6-19にチンタヤ鉦山開発計画における住宅の標準プランおよび床面積を示している。この例では大鉦山の社宅建設計画に相応しく、前記諸規準に比べて十分余裕のある規模設定がなされている。これに対して今回の検討では中規模鉦山として妥当と思われる規模を設定しているが、今後コロコワイコ、チンタヤ両鉦山都市の一体的開発の検討をすすめるについては、この点が具体的な調整課題となるであろう。

なお上記設定による家族用住宅の戸当り平均床面積は、約76m<sup>2</sup>となる。

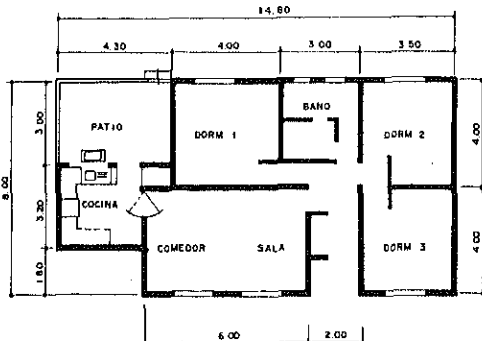
図 6 - 13 チンタヤ鉱山社宅平面図



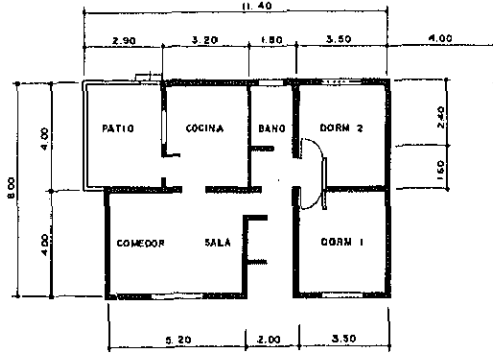
单身者住宅  
(VIVIENDA PARA PERSONAS SOLAS)



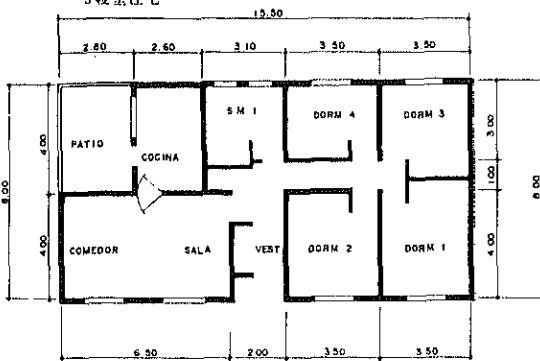
1寝室住宅  
(PLANTA VIVIENDA 1 DORMITORIO)



(PLANTA VIVIENDA 3 DORMITORIOS)  
3寝室住宅

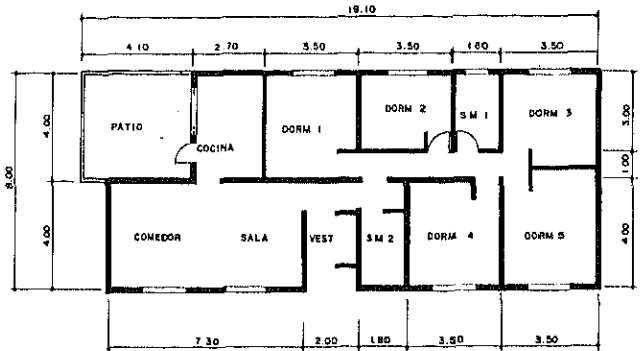


(PLANTA VIVIENDA 2 DORMITORIOS)  
2寝室住宅



(PLANTA VIVIENDA DE 4 DORMITORIOS)  
4寝室住宅

TINTAYA PROJECT BASIC ENGINEERING



(PLANTA VIVIENDA 5 DORMITORIOS)  
5寝室住宅

(出所) TINAYA PROJECT BASIC ENGINEERING

表6-19 チンタヤ鉦山社宅(標準タイプ)の住戸規模

(単位: m<sup>2</sup>)

内 訳	住宅タイプ	1 寝室	2 寝室	3 寝室	4 寝室	5 寝室	Variation
Entrance Vestibule		3	3.6	2.9	3.1	5	3.2
Livingroom		18	19	23	23.6	27	28
Diningroom							11.8
Principal Bedroom		12	10	11.4	11.2	9.6	10.6
Bedroom N° 2		-	10	10	9.6	6.9	11.6
Bedroom N° 3		-	-	10	8.3	8.9	8.9
Bedroom N° 4		-	-	-	6.7	9.9	6.9
Bedroom N° 5		-	-	-	-	11.5	-
Toilet		3	4	7.8	7.8	9	9
Kitchen		11	11	9	8.9	9.3	9.5
Maid's Bedroom, Toilet		-	-	-	-	-	9.6
Circulation, Walls and Closets		15	19.4	24.9	33.8	35.9	49.5
Garage		-	-	-	-	-	18
計		62	77	99	113	133	177

### 3-2-2 公共公益施設

鉦業一般法第326条, 同細則等の法令およびペルーにおける鉦山都市の実態をふまえながら, 鉦山都市に必要な公共公益施設の内容, 規模を設定したものが表6-20である。ここでは, 鉦山都市の規模を

- ケース A : コロコワイコ鉦山単独で鉦山都市建設を行う場合(計画人口3,240人)
- ケース B : チンタヤ, コロコワイコ両鉦山都市を一体的に建設する場合(計画人口8,100人)

の2ケースに分け, それぞれに応じた施設規模を設定している。

施設の床面積等に関しては, 想定値によるものも多く, 今後現地での実態に応じて, より詳細な検討をすすめる必要がある。また, 鉦山都市以外の周辺地域からの利用が予想される諸施設についても同様である。

項	,100人)		摘 要
	m <sup>2</sup>	敷地面積 m <sup>2</sup>	
教 育 施 設	0	2,500	200 m <sup>2</sup> + 70 m <sup>2</sup> × クラス数
	0	3,000	
	0	20,000	1,200 m <sup>2</sup> + 90 m <sup>2</sup> × クラス数
	0	30,000	
	—	—	普通学校の施設を利用
文 化 ・ 宗 教 施 設	0	3,000	
	0	2,000	
保 健 ・ 社 会 サービス施設	0	7,000	500 m <sup>2</sup> + 30 m <sup>2</sup> × ベッド数
	0	1,000	
公 園 レクリエーション 施 設	—	40,000	映画館のほか、ミーティングルーム、ゲーム室、ホール、バー等
	—	12,500	
	—	20,000	
	0	3,000	
	0	2,500	
商 業 ・ サービス 施 設	0	400	住宅付1店あたり120 m <sup>2</sup> とした ”
	0	2,000	
	0	2,000	
	0	5,000	
	0	2,500	
	0	1,000	
	0	3,500	
行 政 ・ 管 理 施 設	0	2,500	
	0		
	0		
	0		
都 市 基 盤 施 設			

表6-20 公共公益施設計画一覧表

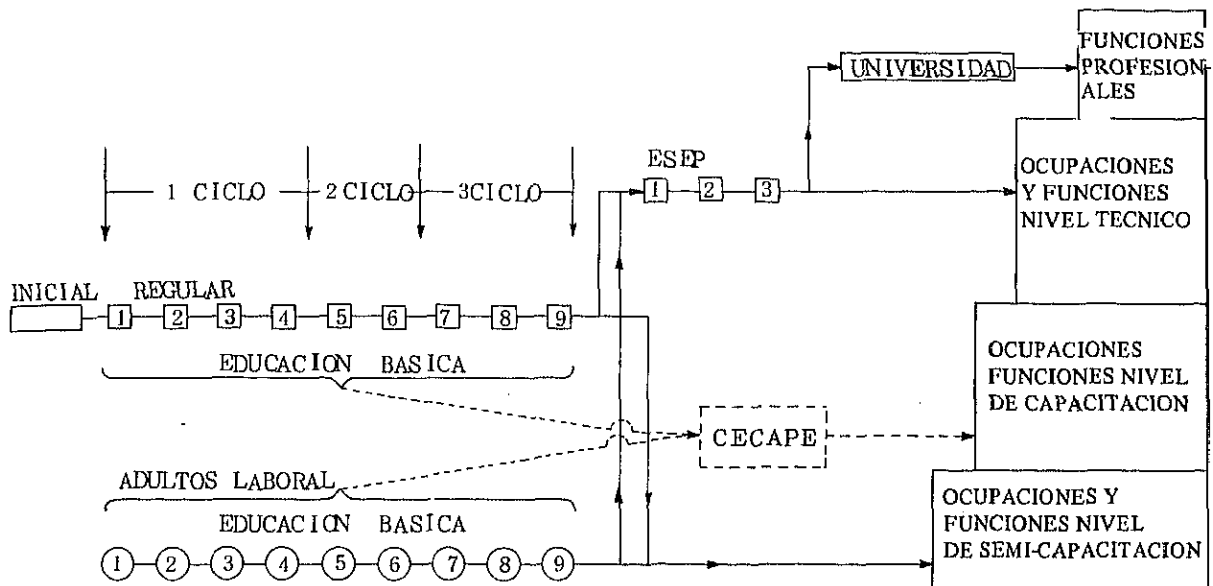
項 目	法 定 施 設	ケ ー ス A (人口3,240人)			ケ ー ス B (人口8,100人)			摘 要	
		施 設 規 模	延床面積 $m^2$	敷地面積 $m^2$	施 設 規 模	延床面積 $m^2$	敷地面積 $m^2$		
教 育 施 設	幼 稚 園	○	5クラス	550	2,500	5クラス1園	550	2,500	200 $m^2$ + 70 $m^2$ × クラス数
	普 通 学 校	○	C. E. B (I. II III) 15クラス	2,600	20,000	C. E. B (I. II) 15cl C. E. B (I. II, III) 22cl	2,600	20,000	1,200 $m^2$ + 90 $m^2$ × クラス数
	勤 労 者 学 校			-	-		-	-	普通学校の施設を利用
文 化 ・ 宗 教 施 設	教 会 ・ 中 心 広 場	○		200	2,000		400	3,000	
	コ ミ ュ ニ テ ィ セ ン タ ー ( 図 書 館 ・ 集 会 所 労 働 組 合 事 務 所 等 )			300	1,000		600	2,000	
保 健 ・ 社 会 サ ー ビ ス 施 設	医 療 ・ 保 健 セ ン タ ー ( 病 院 )	○	22ベッド	1,160	4,000	54ベッド	2,120	7,000	500 $m^2$ + 30 $m^2$ × ベッド数
	託 児 所			150	500		250	1,000	
公 園 レ ク リ エ ー シ ョ ン 施 設	近 隣 公 園		1カ所	-	20,000	2カ所	-	40,000	
	児 童 公 園		2カ所	-	5,000	5カ所	-	12,500	
	運 動 場	○	1カ所	-	20,000	2カ所	-	20,000	
	体 育 館 ・ ク ラ ブ ハ ウ ス	○	1カ所	500	1,500	2カ所	1,000	3,000	
	レ ク リ エ ー シ ョ ン セ ン タ ー ( 含 映 画 館 )	○		500	1,500		800	2,500	映画館のほか、ミーティングルーム、ゲーム室、ホール、バー等
商 業 ・ サ ー ビ ス 施 設	銀 行		1行	60	200	2行	120	400	
	供 給 所	○		300	1,000		500	2,000	
	市 場 ・ シ ョ ッ ピ ン グ 広 場			300	1,000		500	2,000	
	一 般 店 舗 ・ 飲 食 店		10店	1,200	2,500	20店	2,400	5,000	住宅付1店あたり120 $m^2$ とした
	サ ー ビ ス ・ メ イ ン テ ナ ンス 店		5店	600	1,300	10店	1,200	2,500	"
	従 業 員 食 堂	○		150	500		300	1,000	
ホ テ ル		10室	800	2,500	20室	1,100	3,500	500 $m^2$ + 30 $m^2$ × 室数	
行 政 ・ 管 理 施 設	役 場	○		100			150		
	郵 便 , 電 報 局	○		150	1,500		200	2,500	
	警 察 , 消 防 ス テ ー シ ョ ン			150			200		
	管 理 事 務 所		1カ所	100		2カ所	100	1,000	
都 市 基 盤 施 設	交 通 施 設								
	給 水 施 設	○							
	汚 水 排 水 施 設	○							
	雨 水 排 水 施 設	○							
	電 気 施 設	○							
	ゴ ミ 処 理 施 設	○							



① 教育施設

ペルー共和国の教育制度は、図6-14に示すとおりで、このうち義務教育は4-2-3制の9年制普通学校(CENTRAL EDUCACION BASICA)で行われている。

図6-14 ペルーの教育制度



さきの人口想定から学童数を求めると、およそ次のとおりである。

項 目	総人口に対する割合	児童・生徒数	
		ケース A	ケース B
幼稚園	0.06	190人(5クラス)	490人(12クラス)
普通 学校	I CICLO	260	650
	II CICLO	130	320
	III CICLO	190	490
	計	580人(15クラス)	1,460人(37クラス)

注) 1クラスあたり学童数を40人としている。

この学童数は、サービス関連人口を含む都市人口に対応するもので、操業初期においてはこの3分の2程度の規模となろう。

普通学校のクラス数に関して、特に適正規模は定められていないが、18～27クラスが適当な範囲と考えられるので、ケースBにおいては小学校（Ⅰ、Ⅱ CICLO）を2校とし、それぞれを中心とする2つの基礎生活圏（近隣住区）を、都市構成の基本システムとすることが望ましい。また中学校（Ⅲ CICLO）は、いずれか一方の小学校に併設して全都市共通に利用することが考えられる。

労働者の教育水準によっては、勤労者学校（ADULTOS LABORAL EDUCACION BASICA）が必要になるが、施設としては普通学校を利用しうるものと考えられる。さらに将来は、技術専門学校および高等学校の設置なども検討すべきであろう。

#### ② 文化・宗教施設

法律によって設置が義務づけられている教会のほか、図書館、集会所、娯楽室、労働組合事務所などを持ったコミュニティセンターを設けるものとする。ケースBにおいては、2つの近隣住区にそれぞれコミュニティセンターを設け、一方に全都市対象施設としての機能を持たせることが望ましい。

#### ③ 保健、社会サービス施設

将来の都市人口に対して、150人に1ベッドの割合のベッド数を持つ病院を計画するものとした。病院には一般診療所、救急医療センター、医療・保健相談などを含めた保健センターとしての機能を持たせるものとする。

#### ④ 公園、レクリエーション施設

映画鑑賞とサッカーゲームとが住民の最大のレクリエーションであり、映画館、運動場クラブハウスはその設置が義務づけられている。映画館は多目的ホールとし、これにゲーム室、バー、レストラン等を併設してレクリエーションセンターとすることが望ましい。

#### ⑤ 商業サービス施設

物品販売施設としては、鉦山会社が経営または経営委託する供給所（労働組合との協約により、鉦山会社が食料等の主要物資の購入について補助を行っているケースが多い）、一般に公共団体が管理するマーケット（常設市場および露天広場）および一般個人店舗とがある。

このほか、パン工場、自動車修理、ガソリンスタンド、建設業などのメンテナンス、サービス店舗が必要となる。

さらに接客用施設として、ホテルを設けるものと考えた。

### 第4節 鉦山都市開発コスト

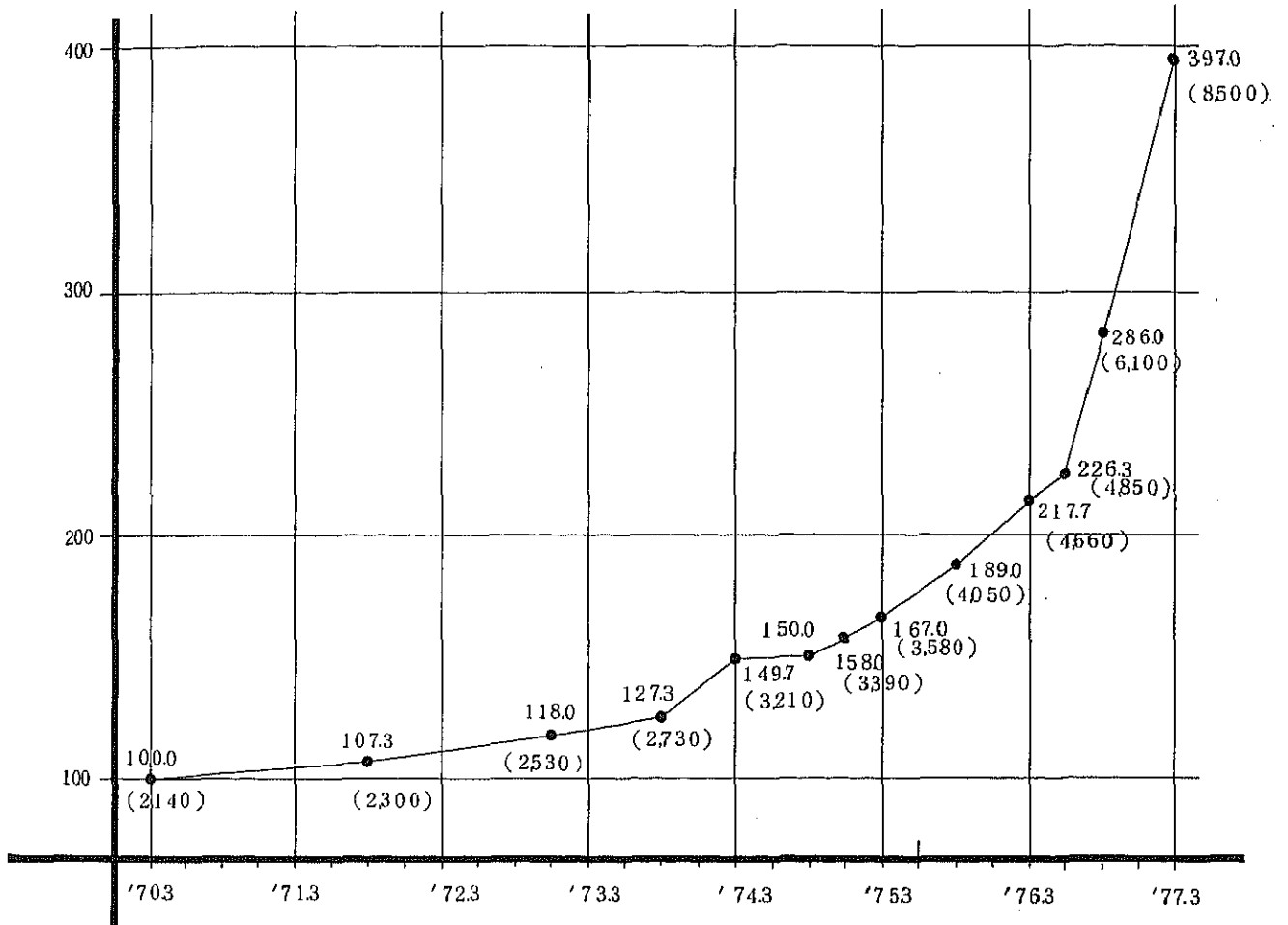
ペルーにおいては、近年急速な物価上昇が続いている。例えば、住宅建設費の変動についてみれば、図6-15に示すように最近2年間（1975.3～77.3）に建築工事費は約2.4倍に達している。ただし、通貨が漸次切下げられているため、USDドルもしくは日本円換算では、



こうした急上昇とはなっていない。

図 6 - 1 5 ペルーにおける住宅建設コストの年次的変化

1970年3月価格を100としたときの指数



( )は㎡当たり直接工事費(ソーレス)を示す

さきに設定した都市開発の規模および施設規模の設定に基づいて、鉾山都市開発のコストを求めたものが表6-21である。ここでは、建設工事単価として1978年時点のUSドル価格を用い、1978年時点での工事費を求めるとともに、今後の物価上昇を年率7%と見込んだ上、インフラストラクチャーおよびコミュニティ施設に関しては1984年、社宅については1987年を事業中間年次として、この時点での工事費を求めている。

開発コストは都市施設の検討と同様、住宅建設費については、コロコワイコ鉾山社宅についてのみ、その他については、

ケース A : コロコワイコ鉾山単独で鉾山都市を建設する場合

ケース B : チンタヤ、コロコワイコ両鉾山都市を一体的に建設する場合

の2ケースに分け、ケース B においてはさらにコロコワイコ鉾山関連コストを両鉾山の就業人口規模の比に応じて、全体の40%として求めた。

この都市開発コストには、道路、給水、電力などのインフラストラクチャーのうち、都市開発区域外の工事費（例えば、取水施設および導水管、発電施設および送電線）は含んでいない。

また、建築工事費については、鉾山の操業当初（操業開始後3～5年以内）に必要なものとそれ以降に建設すればよいものを区分し、それぞれについてコストを求めた。

項		B			備 考	
		額	コロコワイコ鉾山関連コスト			
			事業中間年次	1978年		事業中間年次
用 地 費		US \$ 12,750	US \$ 3,420	US \$ 5,130	単価は現地でのヒアリングによる	
基 盤 整 備 費	土 木	605,340	162,640	243,960	道路率を15%とした。	
	道	1,097,100	294,400	441,600	雨水排水工事を含む	
	公 園	909,150	243,200	364,800	公園、緑地率30%、運動場、広場を 含む。ケースBではAに対して単価を 80%とした。	
	上 下	1,822,500	486,000	729,000		
	電	2,187,000	583,200	874,800	電気工事には電話工事を含む。	
		6,621,090	1,769,440	2,654,160		
建 築 工 事 費	従 業 単身者		506,250	930,690	建築工事費はいずれも家具を含む 25㎡/人 × 135人	
	1		364,800	670,650	60㎡/戸 × 32戸	
	2		3,310,560	6,086,130	72 " × 242	
	3		1,889,550	3,473,750	85 " × 117	
	4		266,000	489,010	100 " × 14	
				6,337,160	11,650,230	
	幼	334,800	99,000	148,500	サービス関連人口相当分	
	普	1,355,400	361,440	542,160		
	普	-	77,760	-		
	教	192,000	51,200	76,800		
	コミ	-	45,600	-		
	医療	1,431,000	381,600	572,400		
	託	-	15,000	-		
	体育館	225,000	60,000	90,000		
	レクリ	324,000	86,400	129,600		
	銀	-	11,040	-		
	供	90,000	24,000	36,000		
市	90,000	24,000	36,000			
一 般	-	144,000	-			
サービ	270,000	72,000	108,000			
従 業	67,500	18,000	27,000			
ホ	495,000	132,000	198,000			
役	51,750	13,800	20,700			
郵 便	69,000	18,400	27,600			
警察・	69,000	18,400	27,600			
管 理	54,000	18,000	27,000			
		5,118,450	1,671,640	2,067,360		
合			9,781,660			
操業開始当時			9,488,260	16,376,880		

(注) 事業中間年

1987年

表6-21 鉾山都市開発コスト一覧表

項 目	操 業 開始当初 必要施設	ケ ー ス A				ケ ー ス B				コ ロ コ ワ イ コ 鉾 山 関 連 コ ス ト		備 考	
		数 量	1978年 単 価	金 額		数 量	1978年 単 価	金 額		1978年	事業中間年次		
				1978年	事業中間年次			1978年	事業中間年次				
用 地 取 得 費	○	42.8 ha	US\$ 80	US\$ 3,420	US\$ 5,130	106.2 ha	US\$ 80	US\$ 8,500	US\$ 12,750	US\$ 3,420	US\$ 5,130	単価は現地でのヒアリングによる	
基 盤 整 備 費	土木工事(粗造成)	○	42.8 ha	3,800	162,640	243,960	106.2 ha	3,800	403,560	605,340	162,640	243,960	道路率を15%とした。
	道路工事	○	6.4 ha	46,000	294,400	441,600	15.9 ha	46,000	731,400	1,097,100	294,400	441,600	雨水排水工事を含む
	公園・緑地	○	12.8 ha	19,000	243,200	364,800	31.9 ha	19,000	606,100	909,150	243,200	364,800	公園、緑地率30%、運動場、広場を含む。ケースBではAに対して単価を80%とした。
	上下水道工事	○	3,240 人	185.0	599,400	899,100	8,100 人	150.0	1,215,000	1,822,500	486,000	729,000	
	電気工事	○	3,240 人	220.0	712,800	1,069,200	8,100 人	180.0	1,458,000	2,187,000	583,200	874,800	
小 計				2,012,400	3,018,660			4,414,060	6,621,090	1,769,440	2,654,160	電気工事には電話工事を含む。	
建 築 費	従業員社宅												建築工事費はいずれも家具を含む
	単身者住宅	○	3,375 m <sup>2</sup>	150	506,250	930,690					506,250	930,690	25m <sup>2</sup> /人 × 135人
	1寝室住宅	○	1,920	190	364,800	670,650					364,800	670,650	60m <sup>2</sup> /戸 × 32戸
	2 "	○	17,424	"	3,310,560	6,086,130					3,310,560	6,086,130	72 " × 242
	3 "	○	9,945	"	1,889,550	3,473,750					1,889,550	3,473,750	85 " × 117
	4 "	○	1,400	"	266,000	489,010					266,000	489,010	100 " × 14
	小 計				6,337,160	11,650,230					6,337,160	11,650,230	
	幼稚園	○	550 m <sup>2</sup>	180	99,000	148,500	1,240 m <sup>2</sup>		223,200	334,800	99,000	148,500	
	普通学校	○	2,150	180	387,000	580,500	5,020		903,600	1,355,400	361,440	542,160	
	普通学校		450	180	81,000	-	1,080		194,400	-	77,760	-	サービス関連人口相当分
教会	○	200	320	64,000	96,000	400		128,000	192,000	51,200	76,800		
コミュニティセンター		300	190	57,000	-	600		114,000	-	45,600	-		
医療・保健センター	○	1,160	450	522,000	783,000	2,120	ケースAに 同じ	954,000	1,431,000	381,600	572,400		
託児所		150	150	22,500	-	250		37,500	-	15,000	-		
体育館・クラブハウス	○	500	150	75,000	112,500	1,000		150,000	225,000	60,000	90,000		
レクリエーションセンター	○	500	270	135,000	202,500	800		216,000	324,000	86,400	129,600		
銀行		60	230	13,800	-	120		27,600	-	11,040	-		
供給所	○	300	120	36,000	54,000	500		60,000	90,000	24,000	36,000		
市場	○	300	120	36,000	54,000	500		60,000	90,000	24,000	36,000		
一般店舗・飲食店		1,200	150	180,000	-	2,400		360,000	-	144,000	-		
サービス, メインテナンス店	○	600	150	90,000	135,000	1,200		180,000	270,000	72,000	108,000		
従業員食堂	○	150	150	22,500	33,750	300		45,000	67,500	18,000	27,000		
ホテル	○	800	300	240,000	360,000	1,100		330,000	495,000	132,000	198,000		
役場	○	100	230	23,000	34,500	150		34,500	51,750	13,800	20,700		
郵便・電報局	○	150	230	34,500	51,750	200		46,000	69,000	18,400	27,600		
警察・消防ステーション	○	150	230	34,500	51,750	200		46,000	69,000	18,400	27,600		
管理事務所	○	100	180	18,000	27,000	200		36,000	54,000	18,000	27,000		
小 計				2,170,800	2,724,750			4,145,800	5,118,450	1,671,640	2,067,360		
合 計				10,523,820						9,781,660			
操業開始当初の開発コスト				10,169,520	17,398,770					9,488,260	16,376,880		

(注) 事業中間年次とは基盤整備費および施設建設費については1984年、住宅建設費については

1987年を示す。いずれも操業開始当初のコストのみを示す。



この結果、コロコワイコ鉱山関連の都市開発コストは、表6-22のように求められる。

表6-22 開発コスト総括表

(単位：千US\$, ( )は%)

項 目	ケ ー ス A		ケ ー ス B	
	1978年価格 <sup>注1)</sup>	事業中間年次価格 <sup>注2)</sup>	1978年価格 <sup>注1)</sup>	事業中間年次価格 <sup>注2)</sup>
用地取得費	3( 0.0)	5( 0.0)	3( 0.0)	5( 0.0)
基盤整備費	2,012( 19.1)	3,019( 17.3)	1,769( 18.1)	2,654( 16.2)
住宅建設費	6,337( 60.2)	11,650( 67.0)	6,337( 64.8)	11,650( 71.1)
施設建設費	2,171( 20.6)	2,725( 15.7)	1,672( 17.1)	2,067( 12.6)
計	10,524(100.0)	17,399(100.0)	9,782(100.0)	16,377(100.0)

注1) 開発総コスト

2) 操業開始当初の開発コストのみ

コロコワイコ鉱山都市の開発コスト(操業開始当初分)は、事業中間年次価格で、ケースAの場合1,740万ドル、ケースBの場合で1,638万ドルとなり、このうち67~70%を住宅建設費が占めることとなる。また、ケースAに対してケースBの場合、基盤整備費および施設建設費は、およそ20%程度のコストダウンとなるものと予想される。このほか、両鉱山都市の開発を一体に行うことにより、ここには表われていない地区外関連工事費および施設の維持運営費に関する経済的効果が得られることは、言うまでもない。

## 第5節 次期詳細計画への提言

本計画調査では、コロコワイコ鉱山およびチンタヤ、ケチュア3鉱山の開発を一体的にとらえ、その集積のメリットを生かすとともに、地域開発に寄与しうる鉱山都市開発を意図しつつ鉱山都市および都市施設の共同建設の可能性を提示しているが、そうした計画の前提を含め、今後具体的詳細計画へ移行するプロセスにおいて、検討されなければならない課題がいくつか残されている。これらの点を列挙して次期詳細計画への提言としたい。

### (1) 鉱山都市の開発形態について

今後開発される3鉱山が共同で鉱山都市の開発、都市施設の建設にとり組み、集積のメリットを生かし得るかどうかは、各事業主体間の合意が得られ、都市の建設、維持運営のシステムが確立されるか否かにかかっている。

また、各鉱山の開発が、これを実現するに相応しいスケジュールですすめられるかどうかも、重要な問題である。特に、チンタヤ鉱山に関しては、既に、開発計画がベーシックエンジニアリングの段階に入っており、他の2鉱山が大巾に遅れる場合、その調整は困難

となる恐れがある。今後こうした点について、関係機関相互の検討が必要となる。

(2) 鉾山都市開発関連法規の運用について

既述のようにペルーにおける鉾山は、大、中、小の3段階に分けられ、各段階によって社宅、福利厚生施設の計画に関する関係法規の運用基準も異なるが、現在その基準は必ずしも明確でない。今後 COPERMI を中心に、より具体的な基準の整備が進むものと考えられるので、それらに注目していく必要がある。また、今回のケースのように、大鉾山と中鉾山とが一体的に都市開発を行う場合についての各種調整に関しても、今後検討をすすめる必要がある。

(3) 地域計画との調整

ペルー共和国においては、現在地域開発計画の基本となる都市発展長期計画の策定がすすめられつつあり、まもなく具体的な地域別計画作成の段階を迎える。これにあわせて、ヤウリの開発計画も策定される予定であり、これと鉾山都市開発計画の内容とは、相互に調整されたものでなくてはならない。

(4) 地形、地質調査について

今回の調査は2万5千分の1の地形図をベースに行ったものであるが、次期詳細計画までに鉾山都市開発候補地について、より詳細な地形測量および地質調査を行う必要がある。

(5) 開発コストについて

既述のとおり、ペルーにおける目下の物価上昇は著しいものがあり、その動きについては十分な注意を要する。また、高山地帯においては、建設コストに対して資材輸送コストが大きなウェイトを占めることになるので、この点についても十分な調査が必要である。

第 7 章

地 熱 開 発





## 第 7 章 地 熱 開 発

### 第 1 節 ペルーの地熱開発の概況

#### 1-1 ペルーの地熱地帯

ペルーは、環太平洋地熱地帯の一部で、世界的にも地熱資源の豊富な場所と目されている（図 7-1）。事実、現在も活発なウビナス火山をはじめ、著名な火山が存在し、ペルー南部と地質的に連続しているチリ北部のエル・タテオでは、地熱開発が軌道にのり、さらにペルーに近いプチュルディサでも地熱探査が実施されている。

このようなことから、ペルーにおいてもエネルギー資源として地熱を採り上げようとする機運が醸成されつつあり、地質鉱業協会（Ingeomin）などにおいて、基礎資料の収集など地道な研究が続けられている。

全国の温泉・湧泉の調査結果などから、ペルーの地熱地帯は図 7-2 に示すような 6 地域に分類され、このうち V および VI 地域が有力な地熱徴候地が多いとされている。

#### 1-2 対象地域の地熱地帯

クスコ州南部調査対象周辺の地熱徴候地としては図 7-3 に示すような 5 地区が知られている。

これら地区の概査は、1976年に日本の地熱技術開発隊により実施され、各地区の比較が報告されている。

これによれば、地熱開発の可能性のある地区としてキンコージョ、ラヤ両地区を挙げ、サン・ペドロ、ウエルミリ両地区は泉温も低く、地質的にも期待出来ない、と報告されている。

また、キンコージョ、ラヤ両地区の比較では、化学温度計による地下温度の推定ではラヤ地区が優れ、放熱量の大きさ、立地条件などではキンコージョ地区が優れている、としている。さらに、キンコージョ地区に接してマカララ、リオ・ハルマ地区に温泉の湧出、変質帯の存在を記載し、この地区も地熱調査の対象地区として採りあげることが提案している。

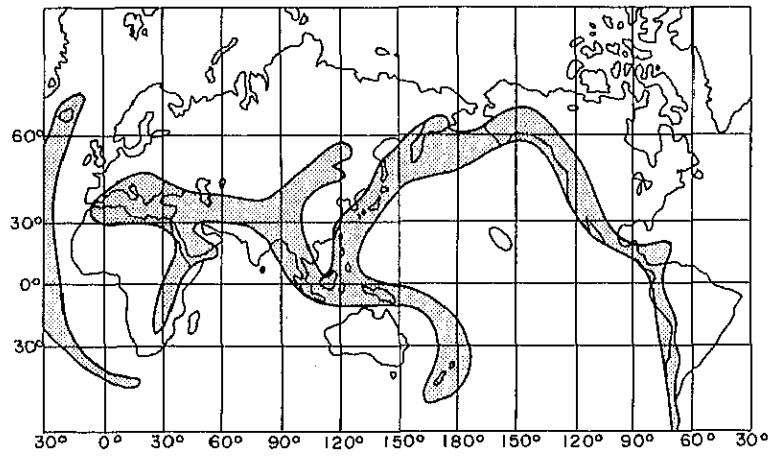
この結果に基づき今回の調査では、マカララ、リオ・ハルマ地区を中心に調査を実施した。

#### 1-3 ペルーにおける地熱開発体制

ペルー政府における地熱開発体制は、未だ専門的な組織がない。

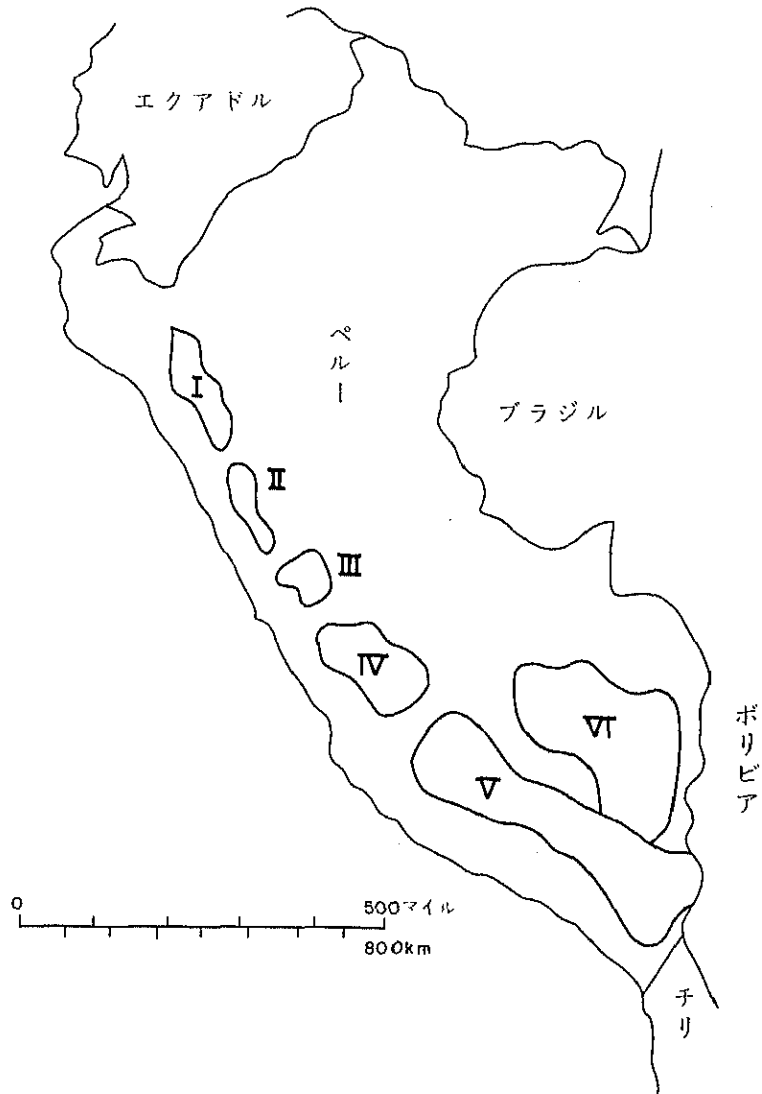
しかし国産エネルギー資源として注目されてきており、Ingeomin においては全国的な資源調査が開始され、電力公社（Electro Peru）、鉱業公社（Minero Peru）においては、それぞれの立場で地熱開発のための調査が行われている。

図 7 - 1 世界の主な地熱地帯



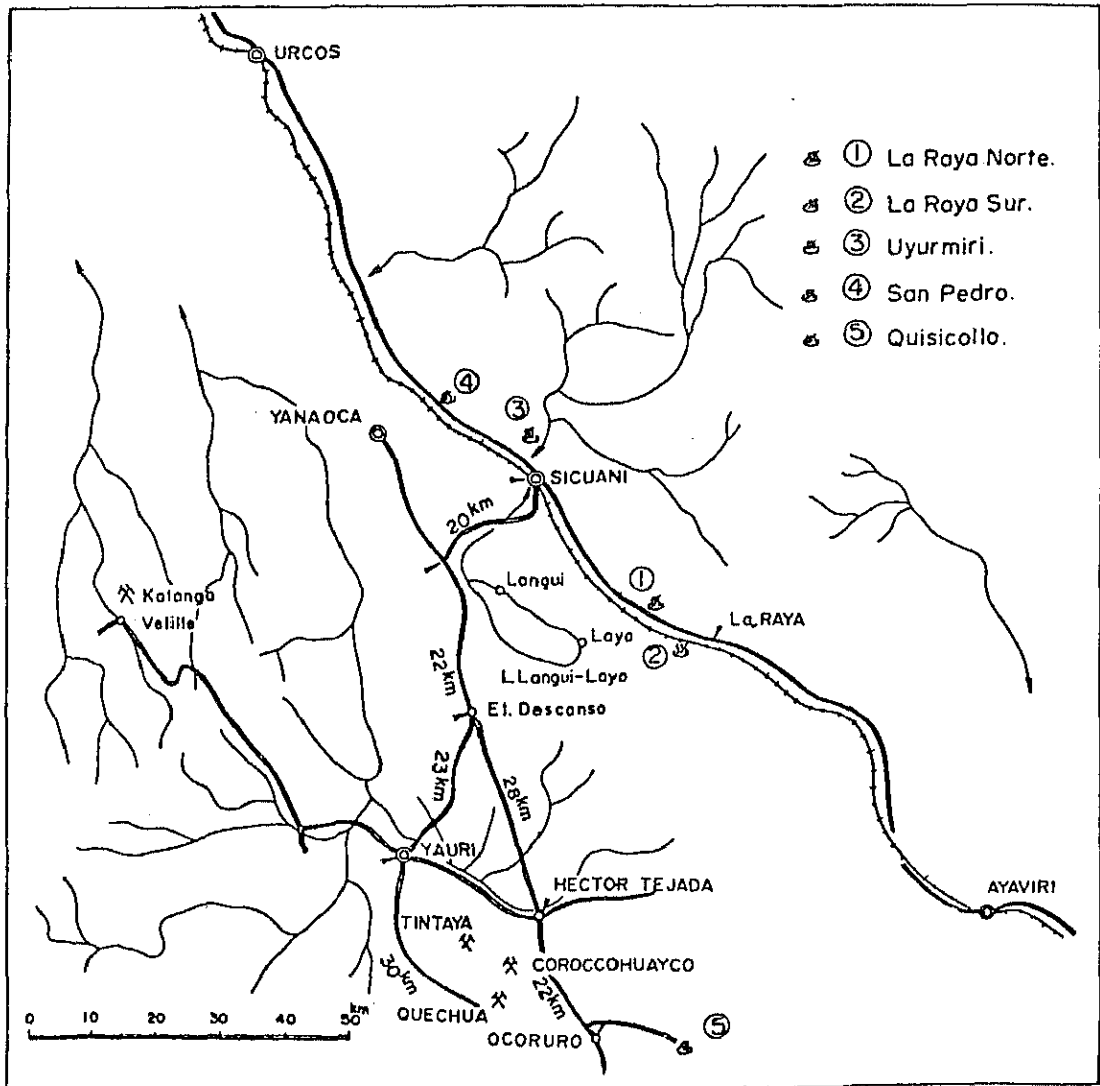
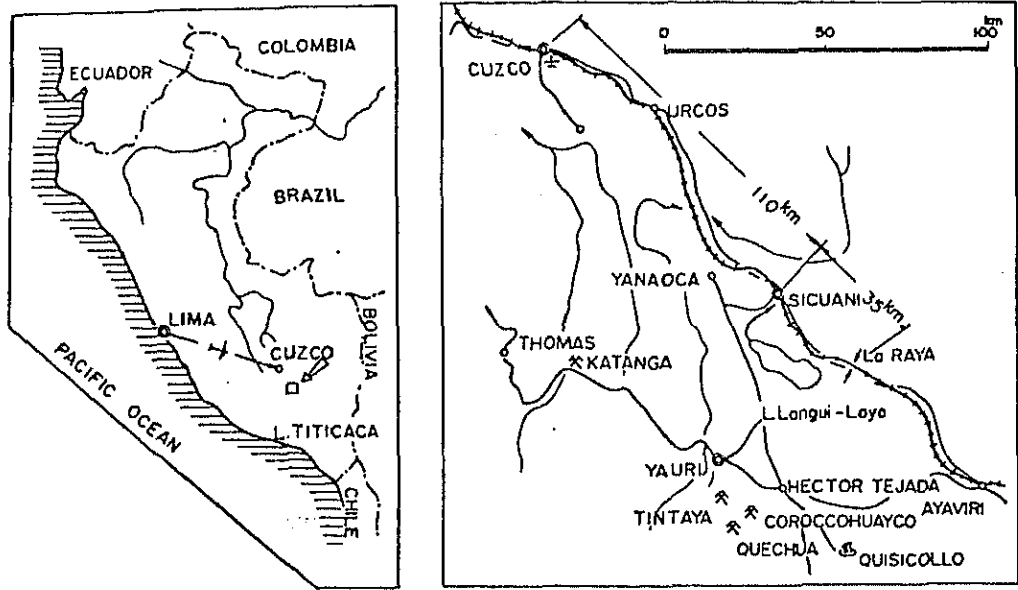
(出所) P. Kruger 他, Geothermal Energy (1973)

図7-2 ペルーの地熱地帯



(出所) Ministerio de Energía y Minas

図 7 - 3 調査地域周辺の地熱徴候地



(出所) ペルー共和国地熱発電企業進出基礎調査報告書(1976)

また、現在地熱関係の調査には参加していないようであるが、今後の探査、ボーリング等については、上記各所の他、石油公社（Petro Peru）などの技術が必要となって来るであろうし、充分活かされるものと考えられる。

## 第2節 地熱発電およびその他の地熱利用の展望

### 2-1 地熱発電

地熱蒸気を利用した発電は1906年に、イタリアのラルデレロ地区で行われて以来イタリアで発達し、第二次世界大戦前に既に135 MWの発電が行われていた。大戦後、技術交流が盛んとなり、探査方法の発達、エネルギー需要の拡大によって地熱発電を実施、計画する諸国がふえ、1976年現在表7-1に示すように発電設備容量は1,500 MWに達し、なお拡大の傾向にある。

この量は未だ世界の発電設備容量の0.1%程度にしか過ぎないが、D.E.Whiteによれば、3km以浅にある地熱流体資源だけでも少なくとも50年間にわたり53万kWの電力が供給し得るといわれ、地熱地帯にある国々にとって魅力あるエネルギー資源として注目されている。

地熱発電のコストは他のエネルギー利用に比して遜色なく、10～30 MWの比較的小規模の発電所でも充分採算に合う。表7-2に発電原価比較を示す。

これらはいずれも地下の乾燥蒸気または熱水より分離した蒸気による発電方式〔図7-4(a)(b),(c)〕であるが、新しい方法として多段フラッシュ方式〔図7-4(c)〕、低沸点媒体利用の熱水発電方式〔図7-4(d)〕なども研究されて来ており、一部はすでに実用化され発電原価低減に役立っている。

また、地熱探査面においても、各国で行われている資料の蓄積により、探査精度もより向上して来るであろう。これも発電原価の低減につながる。

表 7-1 世界の地熱発電一覽表

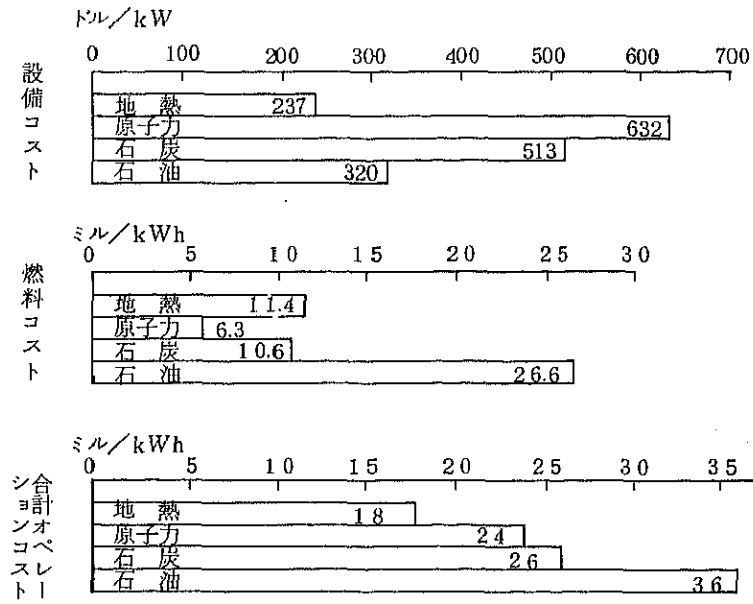
昭和 51 年 6 月現在

地 区	地 区	既設発電所出力 (千 kW)	建設中又は計画中 (千 kW)
イ タ リ ア	ラルデレロ地区	380.6	
	モンテミアタ地区	22.0	
	そ の 他	15.0	
	合 計	417.6	
日 本	松 川	22.0	葛 根 田 50.0
	大 岳	11.0 ( 7.5)	八 丁 原 50.0
	大 沼	10.0	森 50.0
	鬼 首	( )内は一部 運転中出力 25.0 (12.5)	
	合 計	68.0	150.0
ニュージーランド	ワイラケイ	192.6	ブロードラング 200.0
	カレワウ	10.0	ワイオタブ 564.0
	合 計	202.6	764.0
メキシコ	パ ラ	82.0	メキシカリ 295.0
	セロプリエート	75.0	
	合 計	157.0	295.0
アメリカ	ガイザー	522.6	ガイザー 406.0
			インベリアルバレイ 65.0
	合 計	522.6	バトルマウンテン 10.0 481.0
アイスランド	ナマハフル	3.0	ナマハフル 3.0
	ヘンキイル	17.0	クラフラ 60.0
	合 計	20.0	63.0
フランス			グアダループ 30.0 (西印度諸島)
ナイロビ			ナイロビ 15.0
ソ 連	パウジェック	5.0	パウジェック 95.0
	パラツンカ	0.7	クナツリ 6.0
			アバチンスカヤ 30.0
	合 計	5.7	131.0
台 湾			馬 槽 10.0
イ ン ド			リ ー 50.0
インドネシア			カモヤン 30.0
			デイエン 5.0
	合 計		35.0
フィリピン			テイウイ 220.0
			ロスバニヨス 220.0
	合 計		440.0
ニカラグア			モモトンボ 175.0 他
エルサルバドル	カウアチャバン	60.0	アウアチャバン 60.0
チ リ ー			エルタティオ 20.0
合 計		1,453.5	2,719.0

その他 ギリシア、エチオピア、アルジェリア、ユーゴスラビア、中国、ペルー、グアテマラ、コスタリカ、コロンビア等においては探査中である。

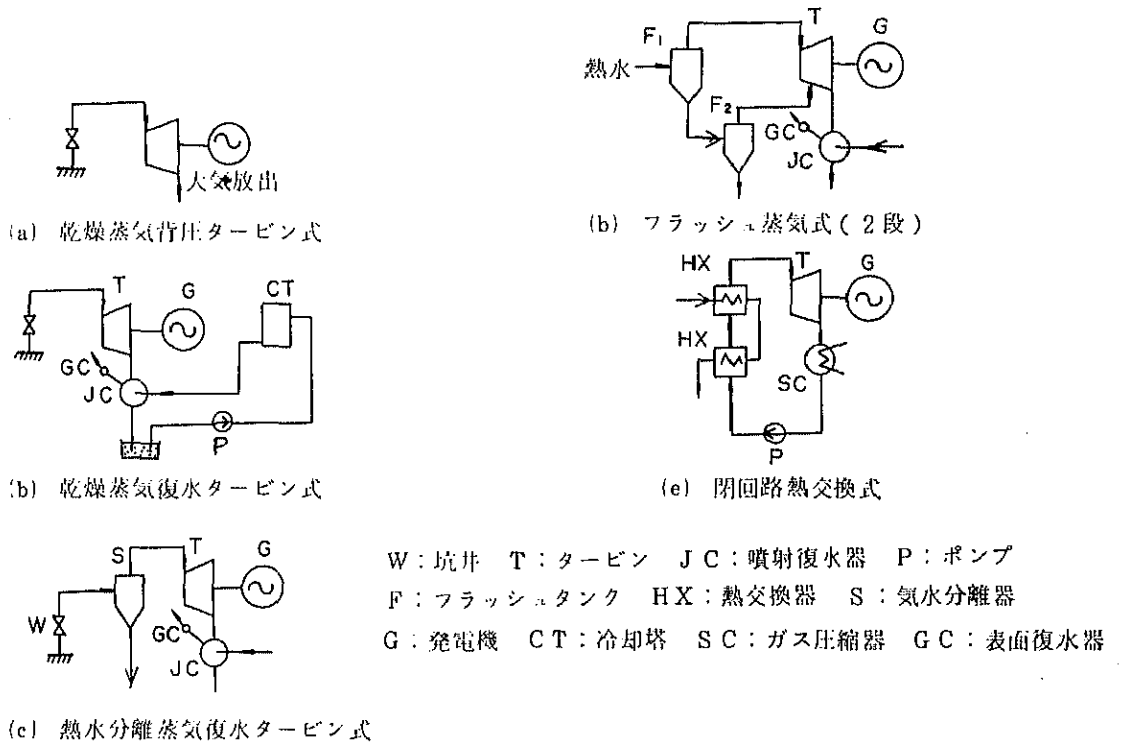
(出所) 地熱エネルギー (1976)

表 7 - 2 発電原価比較



(出所) スチールデザイン №180(1978)

図 7 - 4 地熱発電所の発電方式



(出所) 地熱調査会 “地熱発電とは” (1973)



## 2-2 農業利用

地熱を農業に利用している例はかなり多い。

特に、寒冷のアイスランド、大陸性気候のハンガリー、ソ連などで盛んである。

日本においても、温泉を利用した農業研究施設、植物栽培園など数が多いが小規模である。

ハンガリーは火山がなく、平坦な盆地にあるが、国の東南部一帯は熱流量が高く、地下2000mに摂氏50～90度の熱水が広く賦存している。1963年頃からハンガリー政府は、この熱の農業利用を積極的に指導奨励した結果、1972年末までにガラス温室55万㎡、ビニールハウス120万㎡の施設園芸への熱水利用が行われるようになり、この他養豚・養鶏場への利用、冷蔵庫への利用も行われ、約500本の深井戸から1時間当たり2万トンの熱水を汲み上げて使用している。使用方法は、ガラス温室の加温を行った後の低温熱水でビニールハウスの土壌加温を行う二段階方式がとられている。

この結果、ハンガリーは野菜の出荷調節が可能となり、北欧諸国への輸出を行っている。

今回の調査対象地域は、高地であるため寒暖の差が著しく、地熱の農業利用への可能性は大きい。

## 2-3 暖房利用その他

地熱熱水はまた住居暖房用としても広く利用されている。

最も大規模に実施されている例は、アイスランドの首都レイ・キャピクにおけるものである。

ここは年間を通じて暖房しなければならない必要性もあって、1928年頃より、地熱熱水の一般住宅への給湯が行われ始めた。現在ではレイ・キャピクとその近郊の人口約10万人に対して地熱熱水の給湯暖房が行われ、他の化石燃料をほとんど使用しない市民生活が行われている。

省エネルギーの観点から地熱利用を住居暖房に適用した例として、パリ市郊外ムラン団地における2500世帯を対象とした地域暖房がある。ここではわずか一本の地熱坑井により摂氏70度、1時間当たり90トンの熱水を得られるにすぎず、冬のピーク時には必要熱量の10%をカバーするだけであるが、夏の給湯は地熱だけでよいので、年間必要熱量の3分の1は地熱でまかなえるシステムを作っている(図7-5, 6)。

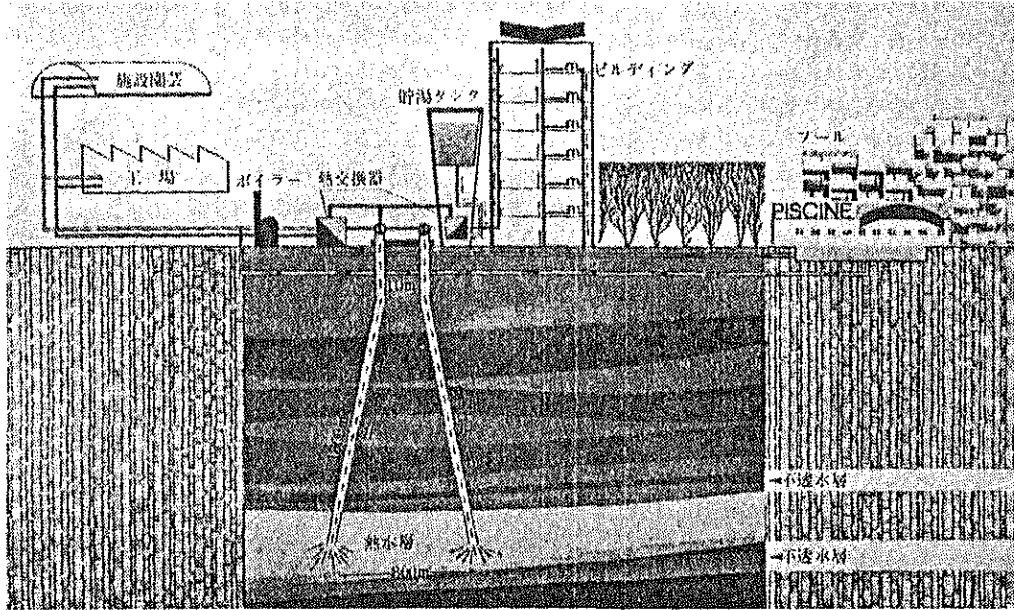
このような利用方法は、条件さえ整えば比較的实施し易いと考えられる。

ペルー各地には温泉も広く分布しているので、今後各地で検討されてよい。

今回の調査対象地域では、鉾山都市開発地区に熱源が得られれば計画に組み込むことは可能であるが、遠距離であれば経済性を検討しなければならない。

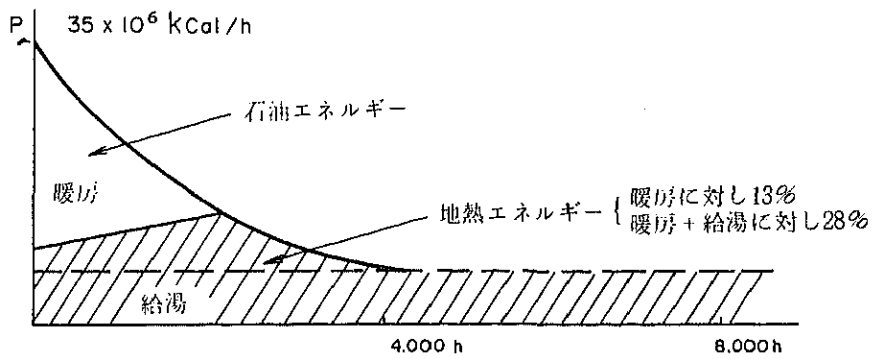
地熱を他の産業に利用している例として、ニュージーランドのパルプ工場、アイスランドのケイ藻土工場などが著名である。地熱熱水の利用方法として図7-7に示す用途があり、立地条件と合わせれば、広範囲の利用が考えられる。

図 7-5 ムラン・ヒーティングシステム



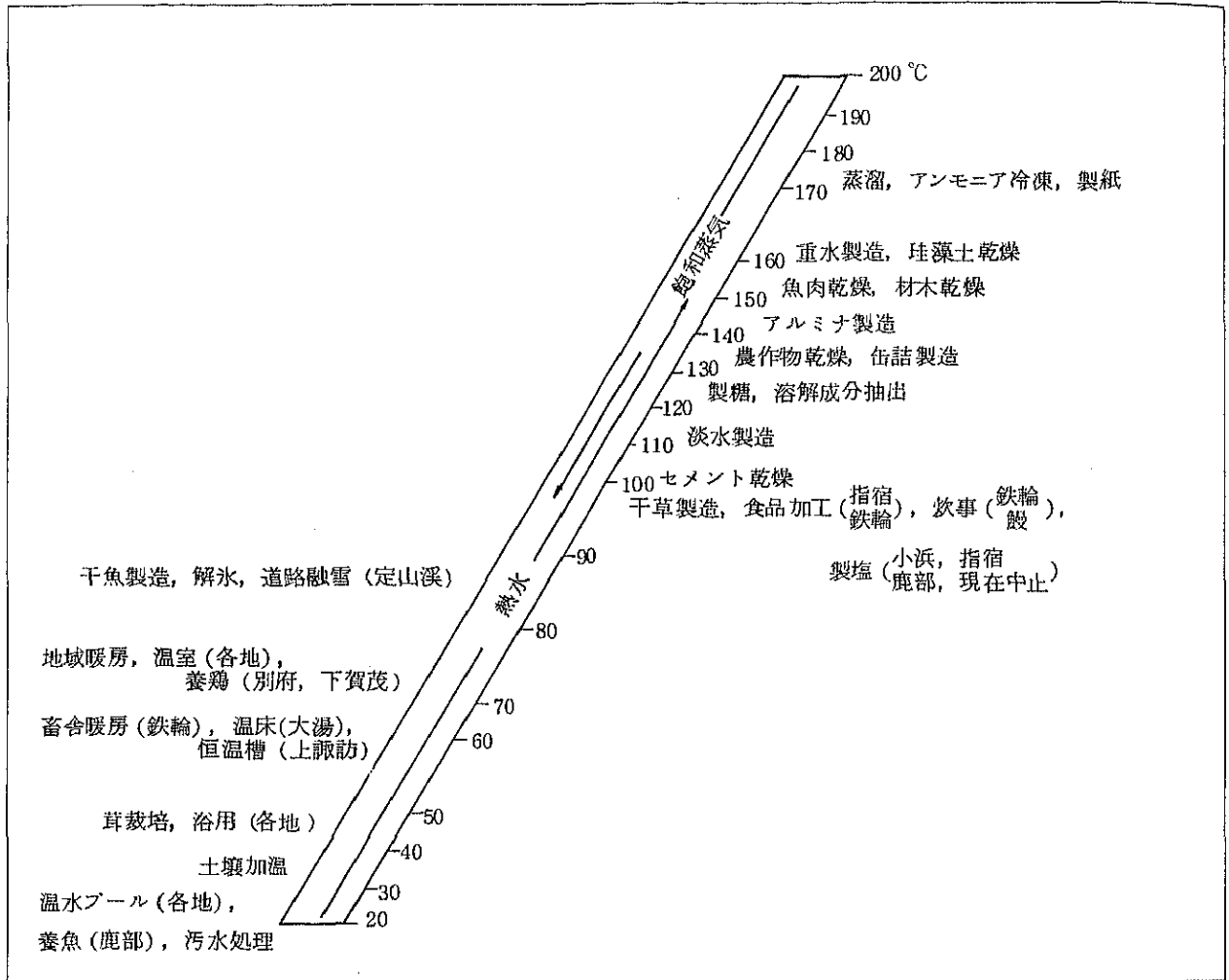
(出所) スチールデザイン No.180 (1978)

図 7-6 ムランの地域暖房負荷



(出所) 地 熱 (1975)

図 7 - 7 地熱の温度別利用法



(出所) 地熱技術開発

### 第3節 対象地域の地熱調査

#### 3-1 位置および立地条件

調査地域はペルー南部の西アンデス山地中にあり、行政区画はクスコ州エスピナル郡オコルロ村に属する。

調査地域の中心は、西経 $71^{\circ}02'$ 、南緯 $15^{\circ}05'$ に位置し、標高 $4,100m$ 前後の草原と、これに連なる $4,400m$ 程度の丘陵よりなる。

コロコワイコ鉱床、ケチュア鉱床から直線で約 $30km$ 、チンタヤ鉱床から約 $40km$ であり、その途中はほとんど平坦で大きな障害物はない。

気候は高地寒冷型で季節風の影響を受けて雨期と乾期がある。年平均気温は摂氏 $10$ 度以下で、降水量は年間約 $900mm$ である。表7-3にラ・ラヤ地区の気象データを参考に記した。

オコルロより幹線道路と分かれ、東方約 $10km$ の広大な平原にキシコージョ部族があり、温泉の湧出、変質帯など地熱徴候地がある。この報告では、北よりリオ・ハルマ地区、マカララ地区、キシコージョ地区と呼ぶことにする。(図7-8)

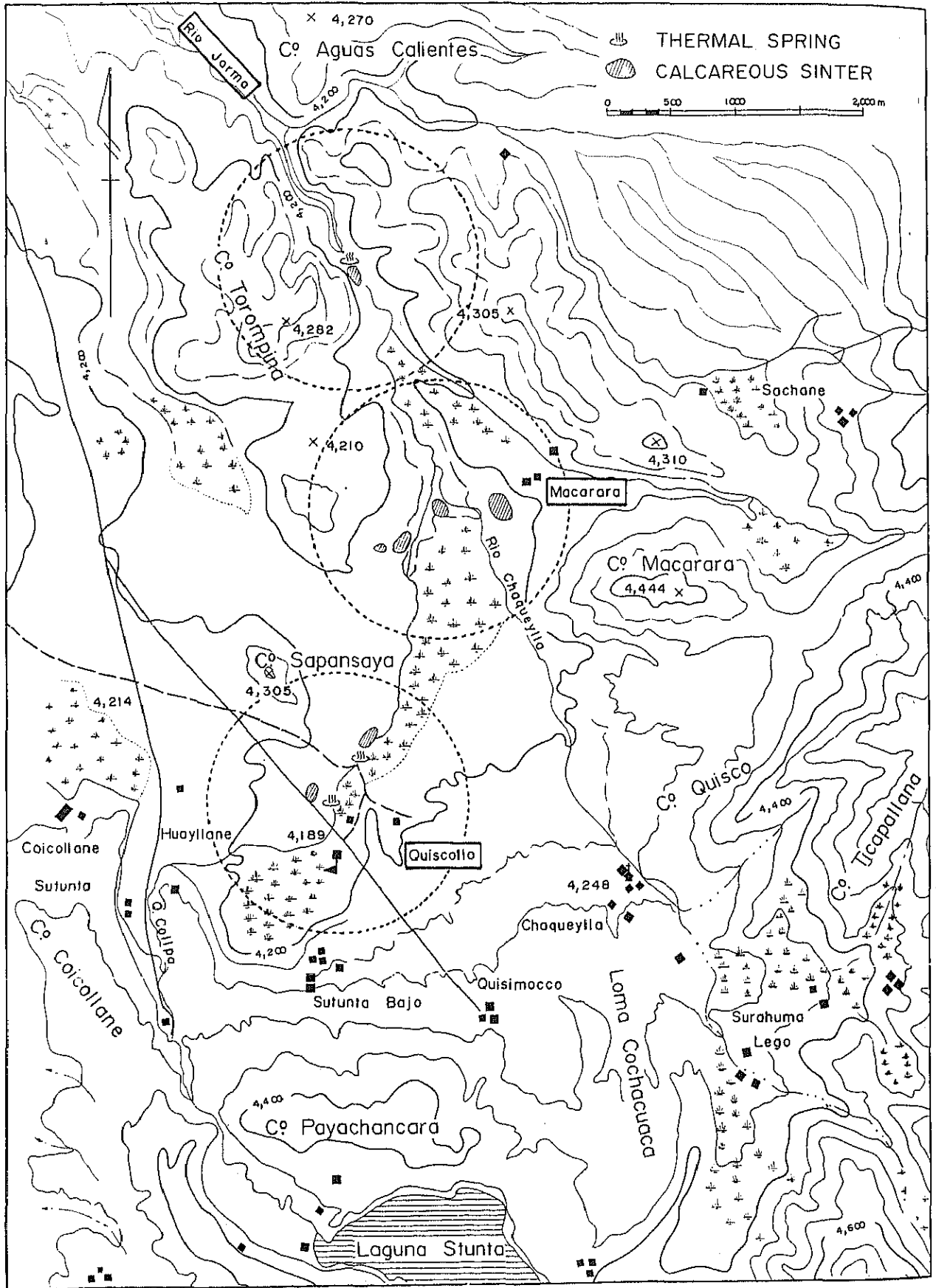
表7-3 ラヤ峠地域の気象

(農業試験所データ最近3カ年の平均値)

	平均気温(°C)		雨量 (mm)
	最高	最低	
1月	12.9	1.3	185.6
2月	13.3	2.1	167.2
3月	13.9	1.9	167.6
4月	13.9	0.1	65.8
5月	14.4	-2.9	14.9
6月	13.4	-4.9	2.5
7月	13.7	-5.5	2.5
8月	14.3	-4.4	14.3
9月	14.9	-1.7	30.9
10月	15.4	-0.8	35.4
11月	15.4	-0.4	55.1
12月	13.9	1.1	122.2
年平均	14.0	-1.2	864.0

(出所) ペルー共和国地熱発電企業進出基礎調査報告書(1976)

图 7-8 地熱徵候地



## 3-2 地質および構造

### 3-2-1 調査地域付近の地質概要

調査地域を含む北西側には広大なヤウリ盆地が広がっている。ヤウリ盆地には、ヤウリ湖成層が分布し、その東縁および西縁はNNW-SSE系の直線的な境界を示しており、ヤウリ盆地が断層による陥没で形成されたことを示唆している。南縁もまたWNW-ESE系のほぼ直線的な境界で、分布が限られている。

ヤウリ盆地の西側、南側、南東側はいずれも第三紀のプノ礫岩・砂岩・頁岩層が分布している。ヤウリ盆地の南西端付近には、閃緑岩類が分布し、これに伴ってアタラヤ、チンタヤ、コロロイコ、ケチュア等の銅鉱床が存在する。

調査地域は、ヤウリ盆地の南東部に位置し、盆地と東部のララマニ山塊との境界部にあたる。ララマニ山塊は、主に白亜紀のアヤバカス石灰岩層と第三紀プノ礫岩・砂岩・頁岩層より成るが、境界部には第三紀暁新世に噴出したタカサ火山岩類が分布する。

ヤウリ盆地に分布するヤウリ湖成層は、薄層理の発達した白色凝灰岩を主とする地層であり、K/Arによる年代測定で500万年（暁新世初期）のものとされている。

### 3-2-2 堆積岩類

#### 1) モホ層（アヤバカス石灰岩層）

中生代白亜紀の石灰岩層で、主として調査地域中央に露出している。この層は、ヤウリ盆地西側に分布するフェロバンバ石灰岩層に対比されるが、化石類より見て礁性ないし海浜起源のアヤバカス石灰岩層に属すると推察される。

本層は、一般に塊状・緻密な石灰岩から成り、岩質の変化はほとんど認められない。石灰岩は主に灰色、暗灰色ないし青灰色を示すが、部分的に淡灰色、白色を示す。石灰岩は、一般には再結晶した他形の方解石より成るが、微量のドロマイトおよび石英も普遍的に含まれている。本岩中にはしばしばチャート質凝結物の小塊が含まれ、また、稀に淡灰色砂質石灰岩や黒色石灰質頁岩が挟在する。

本層の層理面は、調査地域では、ブロックごとに多少の変化はあるが走向N-S~NNW-SSE、Wへ急傾斜を示す。

#### 2) ヤウリ湖成層（デスカンソ層およびヤウリ層）

本層は新第三紀暁新世の湖成堆積岩で、下位層（デスカンソ層）と上位層（ヤウリ層）とに大別できる。

調査地域では、西半分を占める草原地帯に分布し、ララマニ山塊沿いにはデスカンソ層が、草原中央部にはヤウリ層が分布する。

デスカンソ層は、三部層に分けられ、下部層は砂岩・礫岩の互層、中部層は酸性凝灰岩ないし凝灰質砂岩、上部層は凝灰質砂岩・凝灰質シルト岩の互層より成る。層理面は5度以下と極めて緩傾斜であり、層厚60~250m程度とされている。

ヤウリ層はデスカンソ層を平行不整合に覆う凝灰岩，凝灰質シルト岩，凝灰質砂岩，石灰質シルト岩，石灰質砂岩の互層より成るが，一部に基底礫岩が存在し炭質物を挟んでいる。

調査地域以内では本層の露出は極めて少なく，デスカンソ層とヤウリ層との分帯は困難である。

### 3) 氷河堆積物

本堆積物は更新世の氷河期に形成されたもので，調査地域では南部のスツタ湖北岸および北部のセロ・アグアカリエンテ〜セロ・スミアに分布する。

本堆積物は，調査地域の局地性を強く反映する火山岩礫を主とし，石灰岩礫，珪岩礫を含む氷堆石や融氷流水堆積物より成る。融氷流水堆積物は氷河底を埋めて流下し，標高4,200 m付近で小規模なアウトウォッシュ・プレーンを形成している。

### 4) 沖積層

調査地域には，その中央を南より北流するリオ・ハルマ沿いの河床に堆積した砂礫層および付近の湿地に砂泥が分布する。

ヤウリ盆地とララマニ山塊との境界部には，扇状地状の砂礫層段丘が一部で認められる。

## 3-2-3 火山岩類

本岩類は古第三紀始新世の粗面安山岩および集塊岩で代表される火山岩類より成り，タカサ層群中部層に対比されている。

調査地域では，ほぼ東半分を占めて分布し，褐紫色ないし灰褐色の粗面安山岩および集塊岩のほか，主に火山源物質より成る砂岩等も挟まれている。

調査地域北方延長に位置するララマニ山塊セロ・チェスピネで採取されたタカサ層群中部層アルカリ玄武岩質溶岩のK/Arによる年代測定では，5,500万年となっている。

調査地域南外側には，第四紀更新世の安山岩，玄武岩，集塊岩などより成る火山岩類が分布し，この火山岩類はほぼ水平な層理面を有するのに対し，調査地域のは緩傾斜より急傾斜まで変化が著しく，走向もブロックごとに大きく変化している。

## 3-2-4 地質構造および変質作用

調査地域北部のリオ・ハルマ付近にはNNW-SSE方向に延びる構造線が存在し，この構造線に規制された火山岩類の噴出が認められる。この構造線の一部は，火山岩噴出後も活動していることが，この構造線に属する川沿いの断層中に火山岩類を含む断層角礫の存在により，知ることが出来る。

川沿いの断層はハルマ温泉付近でリオ・ハルマを離れ方向をNNE-SSWに転ずる。

調査地域中央には，南に開くグラーベン構造が存在し，グラーベン部分は草原となり，沖積層が分布している。これらのN-S系の構造線を切るE-W~NE-SW系の断層がほぼ1km

の間隔で発達している。

N-S系とE-W系の断層に区切られた各地質ブロックはそれぞれ傾動も異なり、層理面も地質ブロック間で不連続の場合が多い。

地熱示徴地はN-S系断層とE-W系断層の交会部に発達している。すなわち、リオ・ハルマ地区ではアヤバカス石灰岩層と火山岩類との境界をなすNNE-SSW系断層と、リオ・ハルマに沿って延びるNNW-SSE系断層の交会部のリオ・ハルマ河底には温泉が湧出し、付近には石灰華を伴っている。この温泉付近の石灰岩中には方解石細脈が認められるが、火山岩類中には全くない。この他肉眼的には地熱示徴に伴うと見られる変質鉱物の存在は確認できなかった。

マカララ地区では、グラーベン構造を形成するN-S～NW-SE系断層と、これを切るENE-WSW系断層の交会部には広く石灰華が分布している。

石灰華は断層の交点を中心に形成されたと考えられ、西、中央、東の3地点に分布している。分布範囲および規模から判断すると、過去には南部のキシコージョ地区より優勢な地熱活動があった可能性もある。

石灰華付近には、散点的に火山岩類の小露頭が認められるが、肉眼的には、地熱示徴に伴うと見られる変質鉱物の存在は認識できなかった。

1976年に調査されたキシコージョ地区では、リオ・ハルマ上流に石灰華を伴った温泉湧出点が数カ所確認されているが、付近に露岩がなく地質構造と地熱示徴との関係は確認されていない。しかし、1m深度地温分布測定により高温がN-S系断層の延長上に存在し、NE-SW～E-W方向に延びていることから、地熱示徴はグラーベン構造を形成するN-S系断層と、これを切るNE-SW系断層交会部を中心に形成されていると考えられる。

この地熱示徴地における試料のサンプリングを行い、X線回折による鉱物同定を行った。

その結果を表7-4に示す。(サンプリング位置は図7-9参照)

これらの結果から見ると、地熱示徴地には石灰華が生成され、現在は認められないが、かつて大量の温泉湧出があったことを示唆している。

調査地域における代表的な岩石とその組織を下記に示す。サンプリング位置は図7-9(別添)に示してある。

リオ・ハルマ地区、マカララ地区を中心に、キシコージョ地区を含む地域の地質および断面図を図7-10(別添)、11(別添)、12に示す。

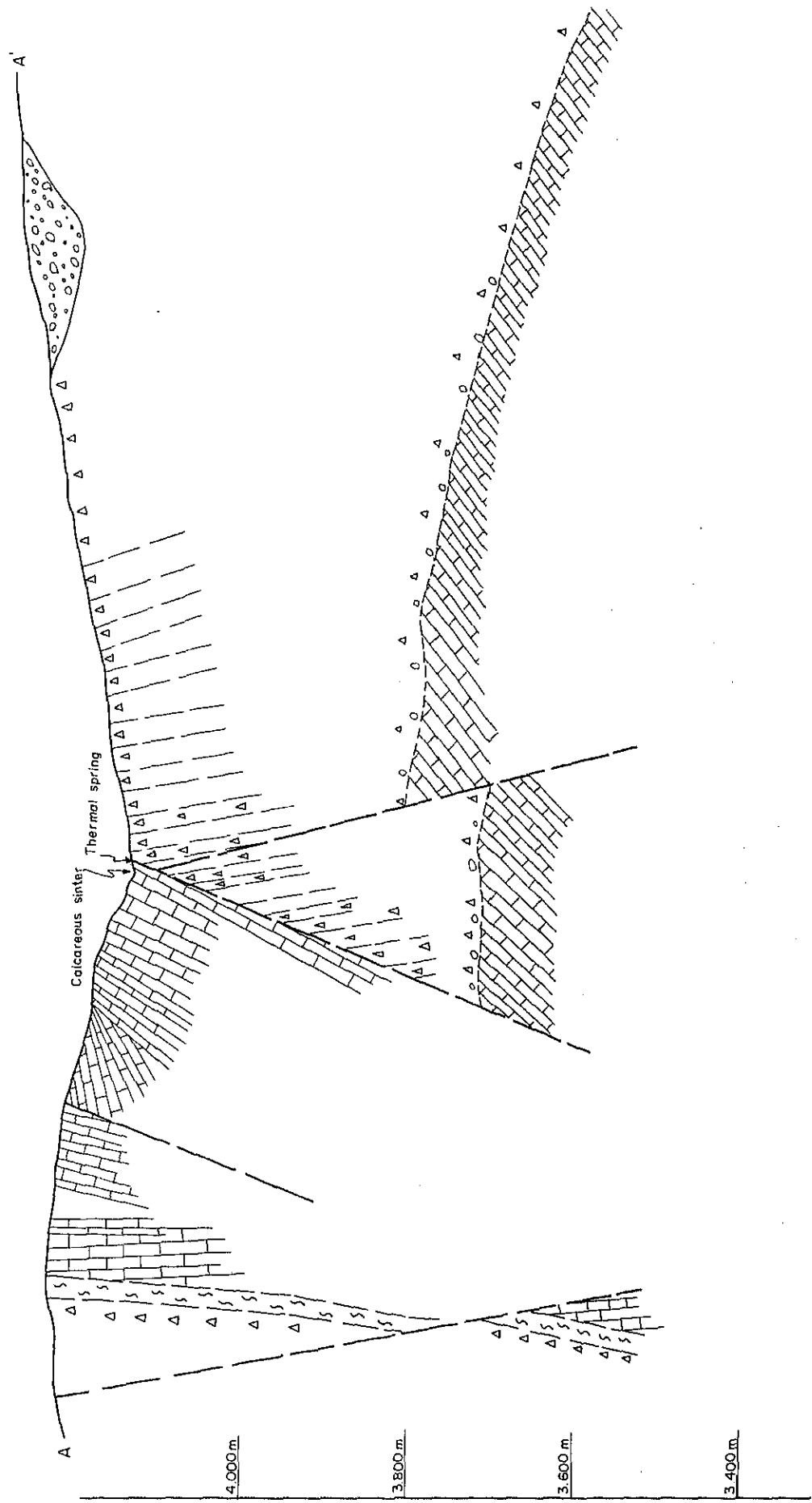


表7-4 マカララ地区地熱示徴地試料の粉末X線回析結果

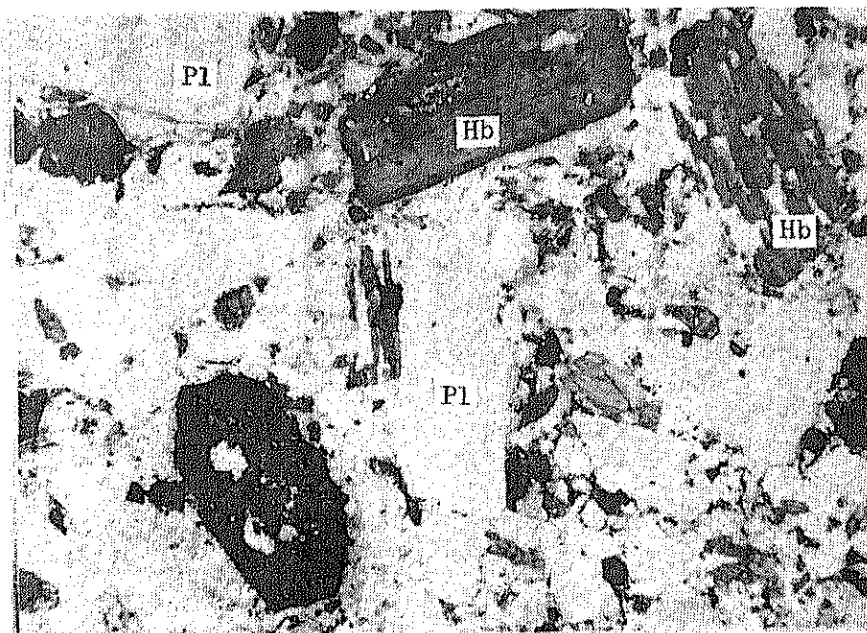
試料番号 鉍物名	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	X-F	成分
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
斜長石	◎			△	×	×				△		$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
正長石	◎							○		×		$(\text{KNa})\text{Si}_3\text{O}_8$
石英	◎	×		△	×	△	△	○	×	△	×	$\text{SiO}_2$
方解石		◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎	$\text{CaCO}_3$
カスミ石										○		$\text{CaCO}_3$
岩塩		△	△				◎	◎		◎		$\text{NaCl}$
石膏			○				○	○		○		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ソーダ明ばん								○				$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
カオリナイト	△											$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
ハロイサイト								○				$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
ナトロジャロサイト								△				$\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_4$
シアレス石								△				$\text{NaBSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$

- ◎ … 極多量
- ◎ … 多量
- … 普通
- △ … 少量
- × … 極少量

图 7-12 地熱地域断面图



YF - 1



Lithic-crystalline tuff

石質-結晶質凝灰岩

Hb : Hornblende

Pl : Plagioclase

下方ポーラーのみ

0 0.5 mm



同 上

直交ポーラー

0 0.5 mm

Y F - 1

石質 — 結晶質凝灰岩

肉眼的には、赤紫色安山岩質粗粒凝灰岩である。鏡下では、安山岩～玢岩質岩片を多数含み、また結晶質の凝灰岩である。主な構成鉱物としては、斜長石・普通角閃石・石英を有し、随伴鉱物に、マイクロクリン・単斜輝石・方解石がみられる。火山ガラスはほとんどみられず、マトリックスは主に炭酸塩類・細粒石英・長石によって埋められている。

斜長石 …… 大きさ、1.5～0.5 mm。自形～半自形。

カールスバッド・アルバイト双晶が発達し、セリサイト化を受けている。

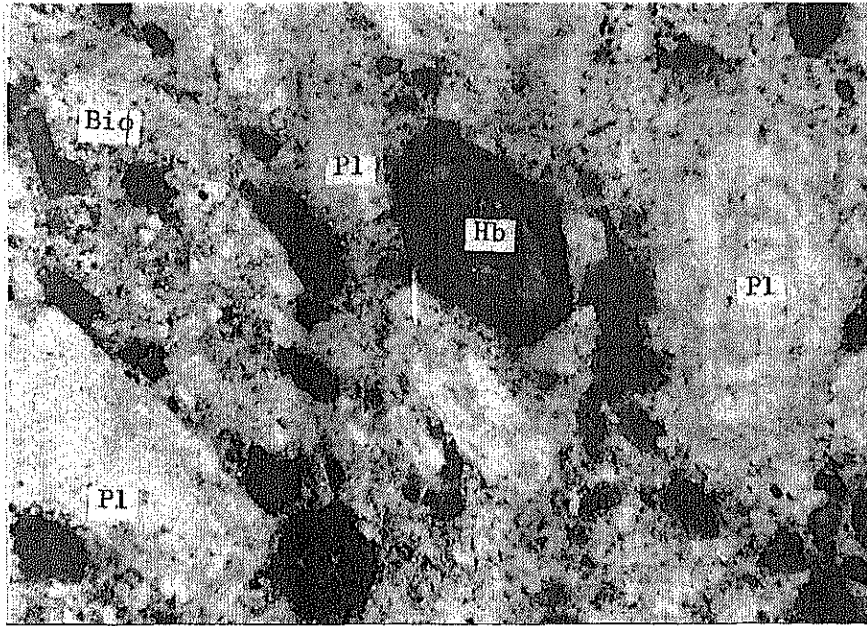
普通角閃石 …… 大きさ、1.0～0.5 mm。自形～半自形の板状で、淡緑形～褐緑色を呈す。

多色性、異方性顕著で、2方向の壁開が発達している。結晶周縁部は鉄酸化物により交代されている。

石英 …… 大きさ、0.3～0.1 mm。他形。

比較的円磨されているものが多く、一部に不規則形をなすものもみられる。

岩片 …… 大きさ、平均2.0 mm、最大で4.0 mmに達する。岩質的には（単斜輝石）・普通角閃石・安山岩が最も多く、一部に流理構造を有す。玢岩質岩片もまた少量みられる。



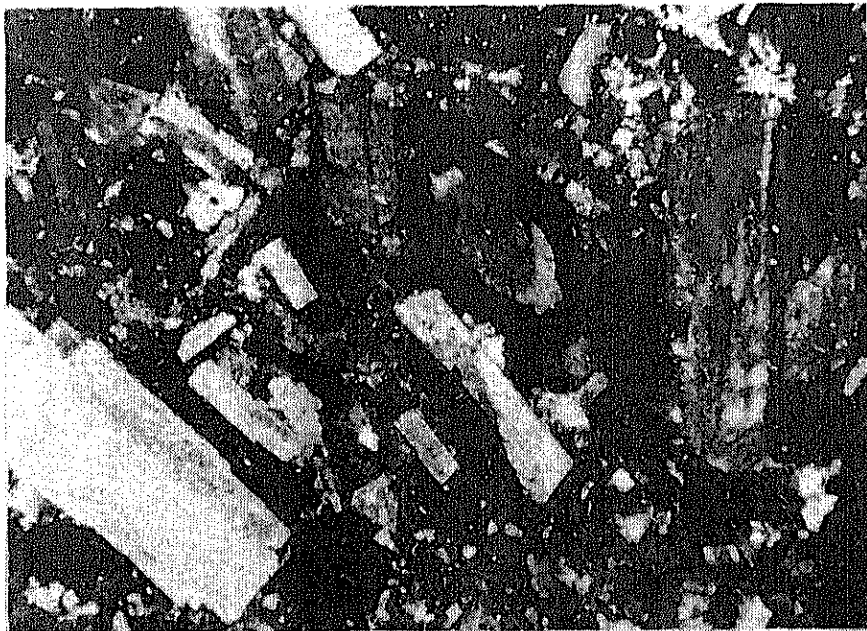
玢 岩

Bio : Biotite

Hb : Hornblende

Pl : Plagioclase

下方ポーラーのみ



同 上

直交ポーラー



YF-2

玢岩

肉眼的には、灰色～淡赤紫色の弱い流理構造の見られる玢岩ないし安山岩である。鏡下では斑状組織を呈し、斑晶として斜長石、普通角閃石、方解石を有し、石基は斜長石、普通角閃石、方解石、細粒結晶質（石英）より成る。

○斑 晶

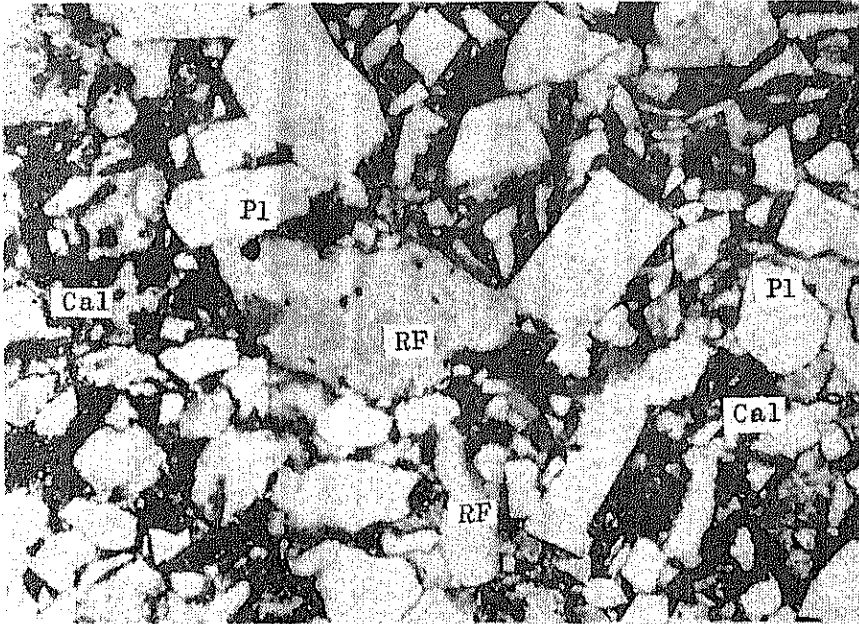
斜 長 石 ……… 大きさ、2.0～0.5 mm。自形～半自形。  
アルバイト・カールスバッド双晶および累帯構造が発達している。セリサイト、方解石の小粒を包有したり、周縁部に細粒ガラス状物質の汚濁が見られる。

普通角閃石 ……… 大きさ、1.0～0.5 mm。自形～半自形。  
板状～菱形で茶褐色～橙褐色を呈す。多色性、異方性顕著。周縁部は炭質物あるいは鉄酸化物によって交代され opacite margin が見られる。また一部は結晶内部まで完全に交代されている。

○石 基

斜 長 石 ……… 大きさ、0.1～0.05 mm。自形～半自形。  
アルバイト双晶、累帯構造の発達が見られる。斑晶斜長石と同様、結晶内部には方解石、粘土鉱物などの包有物による汚濁が見られる。

方 解 石 ……… 大きさ、0.1 mm。他形を呈し mafic 鉱物の結晶周縁部ないし結晶粒間を埋めている。

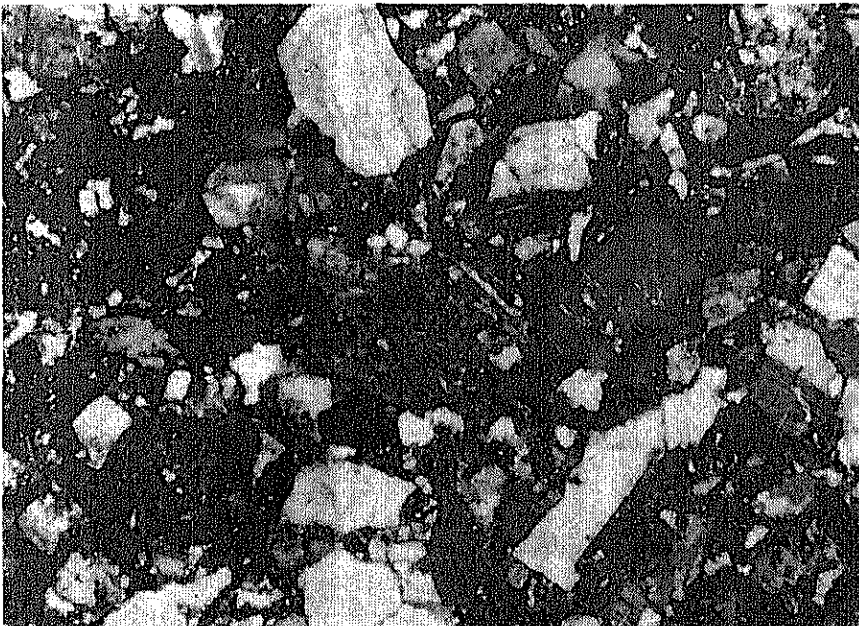


石質—結晶質凝灰角礫岩

Cal : Calcite  
Pl : Plagioclase  
RF : Rock Fragment

下方ポラーのみ

0 0.5mm



同 上

直交ポラー

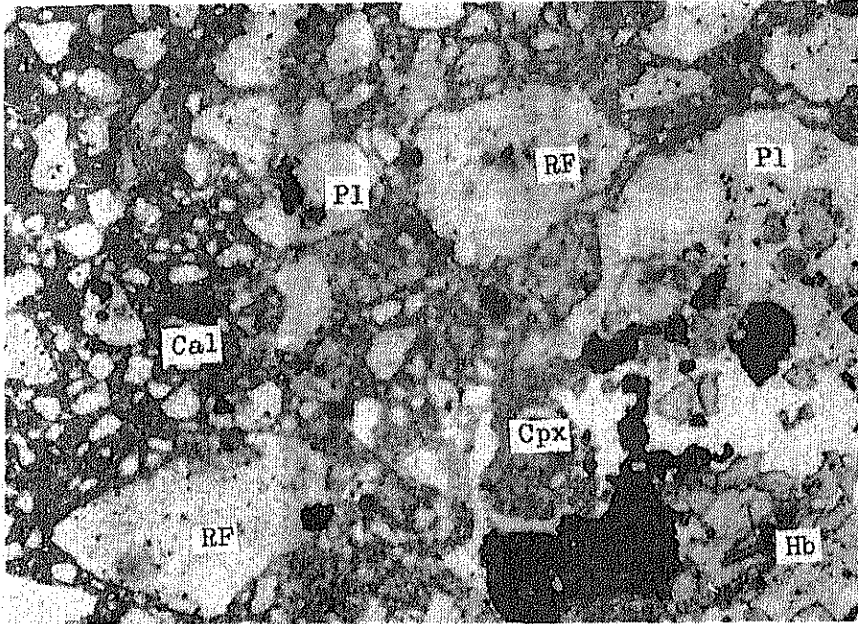
0 0.5mm

## 石質 — 結晶質凝灰角礫岩

肉眼的には、褐色～赤褐色の凝灰角礫石である。鏡下では、安山岩質岩片を多く含む火山砕屑岩様組織を示す。構成鉱物は斜長石・石英・方解石・黒雲母・単斜輝石・鉄酸化物より成る。

- 斜長石 …… 大きさ, 1.5 ~ 0.2 mm。自形～半自形。  
破砕されて不規則形を呈するものが多い。アルバイト・カールスバッド式双晶および累帯構造が発達している。結晶内部には方解石を包有する。
- 石英 …… 大きさ, 0.5 ~ 0.2 mm。他形。  
割に円磨度の進んだ形状を呈し, 量的には斜長石に較べはるかに少ない。
- 黒雲母 …… 大きさ, 0.5 ~ 0.3 mm。自形～半自形。  
板状～拍子木状を呈す。多色性～異方性共に顕著。一部は鉄酸化物によって交代されている。
- 方解石 …… 大きさ, 0.5 ~ 0.2 mm。他形。  
マトリックスや結晶粒子間を充填してみられる。
- 岩片 …… 大きさ, 4.0 × 3.0 ~ 0.3 × 0.3 × 0.2 mm。  
形状は亜円礫～角礫を示すが量的には亜円礫が多く見られる。岩質的には安山岩質のものが最も多い。一部に閃緑岩質の岩片も存在する。





凝灰角礫岩

Cal : Calcite

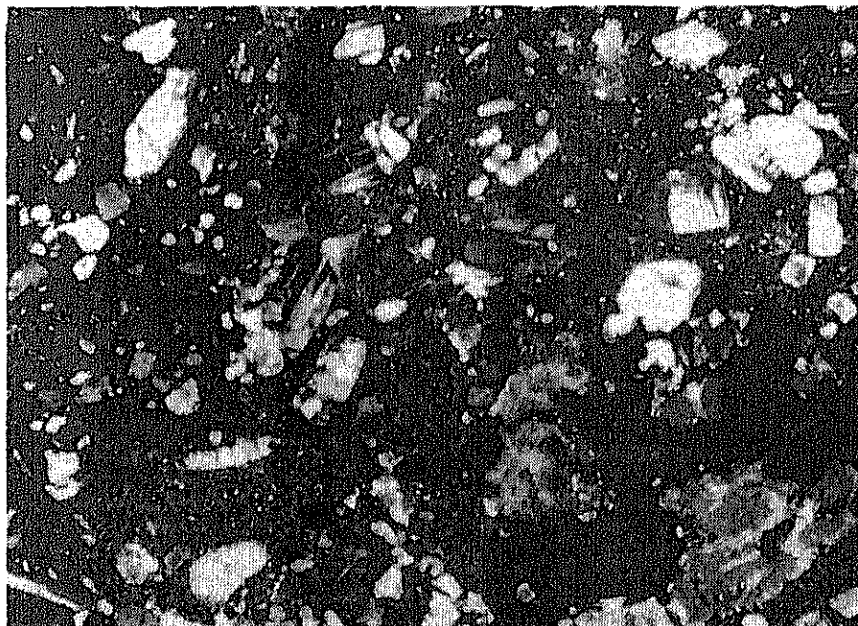
Cpx : Clinopyroxene

Hb : Hornblende

Pl : Plagioclase

RF : Rock Fragment

下方ポーラーのみ



同上

直交ポーラー



Y F - 5

凝灰角礫岩

肉眼的には、淡緑色、安山岩質角礫を含有する暗赤紫色凝灰角礫岩である。鏡下では、角礫は大きなもので、 $2.0 \times 2.0 \text{ cm}$ 、小さなもので、 $0.5 \times 0.5 \text{ mm}$ の大きさをもつ斑状組織の安山岩である。この安山岩は、斑晶に斜長石、普通角閃石、単斜輝石、方解石を有し、石基は主に斜長石より成る。mafic 鉱物は、クロライト化・炭酸塩化を受けている。角礫以外には、主に斜長石、石英、普通角閃石、クロライトから成り、これらを炭酸塩類が埋めている。火山ガラスは見られず、炭酸塩類に交代されている。