

## 第Ⅳ章 バハ・タラマンカ炭田の一般概況



## 第 IV 章 バハ・タラマンカ炭田の一般概況

### IV-1 位置・面積

バハ・タラマンカ炭田はカリブ海側のリモン州南部に位置し、今回対象とした調査地は、パナマとの国境に近い北緯  $9^{\circ}40'$  西経  $82^{\circ}50'$  付近に台形状に区画された面積  $140 \text{ km}^2$  の地域である。周辺の主要な町としては観光地でもある人口 2,000 人程度のカウィータと、インディアンが多く居住するブリブリがあげられる。

### IV-2 気候・地形

カリブ海に面する調査地域は、北東からの熱帯性貿易風によりもたらされる年間 2000 ~ 5000 mm の高い降雨量と年間を通じ平均 20 ~ 30 °C の気温とにより、高温、多湿な気候を示すことで特徴づけられる。

ここでは雨期と乾期がある。5月~11月までは雨期で現地では冬と称し、12月~4月までは乾期で夏と称している。

これら熱帯特有の高温多湿な気候は、植生の著しい成長を促進し、海岸に沿った低地では特有の熱帯性植物が密生する湿地帯を、比較的高地では濃いジャングルを形成する。これらの地域で開拓が成された人家の周辺では、バナナ、プラタナ、カカオ、サトウキビのプランテーションが小規模ながら認められる。

調査地域は、北をリオ・エストレヤ水系に、南をリオ・シクスアオーラ水系によって境された標高 200 ~ 500 m の丘陵地帯であり、コスタ・リカの背骨であるタラマンカ山脈の縁辺丘陵部とみなされる。

調査地域内の水系は、主要地質構造に支配され、主要河川は蛇行しながらも地層の走向または断層の走向と一致した適従谷を形成し、これから派生した枝沢はこれに直交し、主要水系が形成されている。これらの例は、Hone Creek, Rio Bocuaires, Rio Carbon, Rio Sand Box, Quebrada Carbon等にみられる。

地質構造の単純な区域では堅い砂岩からなる部分が急峻な峰をつくり、地質構造の明瞭な反映が認められるが、調査地内陸部の複雑ブロック状地質構造を有する区域では、変化に富んだ地形を示している。

一般に本地域の高まりの見られる丘陵部は堅い砂岩の卓越する部分が侵食に耐え、急峻な地形を形成している。

#### Ⅳ-3 交 通

首都サンホセからこの地方の州都リモンまで飛行機で30分、車で4時間、鉄道で6時間を要する。また、リモンから第2次調査のベースキャンプを置いたカウィータまでは車で1時間で到達する。

サンホセからリモンまでは全線舗装道路であるが、リモンからカウィータまでは70%程度が舗装されている。調査地の東縁部から南縁部にかけては、未舗装ではあるが、整備された道路がある。この道路には、定期バス（リモン～カウィータ～プリプリ～シクスアオーラ）が1日4回運行している。

ただし、雨期の洪水時は、道路自体低地にある上、河川整備不良のため、しばしば不通になる。調査地内には、点在する民家を結ぶ人馬の通う小道はかなりみられるものの車で走行できる道路は主要河川の入口までに限られている。しかも雨期にはこれらの道もぬかるみ車での走行は不能となり調査には困難を来した。

## 第 V 章 バハ・タラマンカ炭田の地形図作成



## 第 V 章 バハ・タラマンカ炭田の地形図作成

### V-1 事前調査

測量作業実施に先立ち、コスタ・リカ国の測量及び地形図作成業務を担当している I G N ( I N S T I T U T E G E O G R A F I C O N A T I O N A L ) とコスタ・リカ国における測量事情、本作業の作業方法、工程等について協議を実施した。

I G N は日本の地理院に相当するものであり、測地、写真測量、リモートセンシングなどの業務を行っており、地形図、空中写真、衛星画像の印刷、販売を行っている。

#### 1-1 測定の規準

コスタ・リカの座標システムは、ランベルト円錐図法をベースにし、投影による縮尺誤差を最大  $1/10,000$  以下にするために北緯  $10^\circ$  を境に 2 つの平面直角座標系 ( Costa Rica Norte, Costa Rica Sud ) に分割されている。

座標システムのパラメータは以下のようである。

基準楕円体	クラーク	1866
	a =	$6378206.4^m$
	b =	6356583.8
	e <sup>2</sup> =	0.006768658
原点経緯度	経度	緯度
	Costa Rica Norte	$84^\circ 20'$ $10^\circ 28'$
	Costa Rica Sud	$83^\circ 40'$ $9^\circ 00'$
原点における縮尺係数		0.99995696
F E	$500000^m$	
F N	$271820.522^m$	

#### 1-2 写真測量機器の設備

I G N では小縮尺から大縮尺までの一貫した地形図作成に対応できる写真測量機器の設備を持っている。主要な機材としては航空カメラ、自動現像機、偏歪修正機、引伸機、複写装置、図化機 A-8 ( 1 台 )、C-8 ( 2 台 ) がある。

#### 1-3 地形図作成状況

地形図の作成は、国土基本図として  $1/50,000$ 、 $1/25,000$ 、 $1/10,000$  の 3 種類が整備さ

れつつある。このうち 1/50,000 地形図は全国を 133 枚でカバーし、1971 年に地形図作成を終了した。1/25,000 地形図は 1953 年に作成し始め、1962 年に 99 枚だけ整備されたところで中止された。1/10,000 地形図は人口密集地帯を中心に 1974 年に作し始め、現在約 20 枚が終了している。

この他地形図として 1/200,000, 1/500,000 が整備されている。

#### 1-4 既存資料の調査

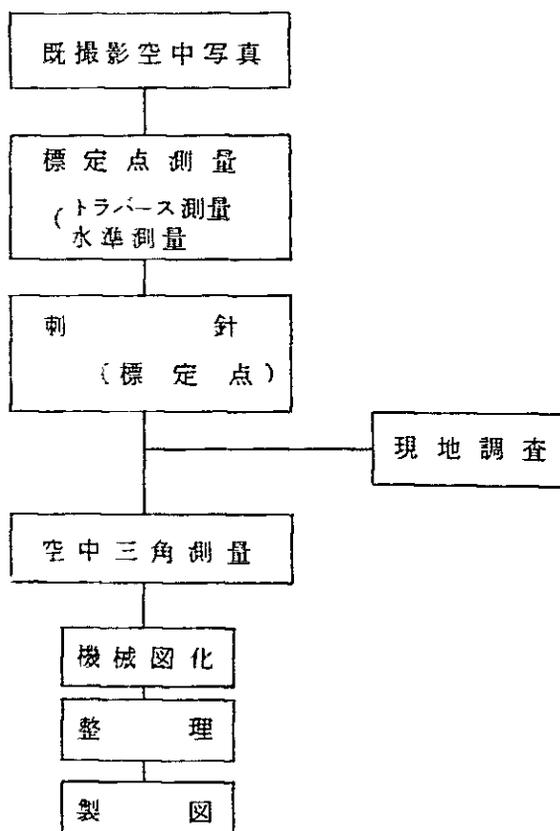
調査地域の縮尺 1/10,000 地形図作成に必要な以下に述べるような既存資料の調査を行った。

- (a) 既存撮影空中写真の有無、および空中写真の検査（地形図作成用として使用可能かどうか）
- (b) 既設基準点（三角点・トラバース点・水準点）の位置、成果、精度
- (c) 空中測量による地形図作成に対応できる写真測量機器の設備、および能力

#### V-2 地形図作成作業の実施

事前調査、および既存資料の調査に基づき作業計画の作成を行った。

作業計画フロー



実施作業の概要を Table V に示し、以下に作業内容を各項目毎に述べる。

Table V 測量の実施概要

作業項目	標定点測量	刺針作業	現地調査	空中三角測量
現地作業期間	昭和56年6月22日 ～56年7月30日	昭和56年7月31日 ～56年8月8日	昭和56年9月	昭和56年8月10日 ～56年9月
宿泊地 又は実施場所	CAHUITA, PUERTO LIMON	CAHUITA, PUERTO LIMON		IGN
測量班編成	2班(各々6名編成) 班名1 和田 勝 美 ICEカウノタ-パート Mr. R. GARCIA ICEより測量助手4名  班名2 中 村 金 治 ICEカウノタ-パート Mr. G. GONZALEZ ICEより測量助手4名	2班(各々6名編成)  班編成は標定点測量と 同じ	IGN 測量技術者にて実施	IGN 測量技術者にて実施  技術監督者 和田 勝 美 中 村 金 治
使用車輛	トヨタランドクルーザ 2台	トヨタランドクルーザ 2台		

## 2-1 標定点測量

測量対象地域約140 km<sup>2</sup>は、東側はカリブ海、南側はパナマとの国境に面した密度の濃いジャングル地帯で、アクセス道路は図化対象地域の回りを1周するものがあるだけである。

アクセス道路沿いには1980年～1981年に新設された多角点があり、標定点測量は、これらの多角点を使用してトラバース測量方式により実施した。高さの標定点は、トラバース測量による間接水準測量とし、付近の国家水準点と結んで標高のチェック及び調整を行った。

トラバース測量の閉合比は約1/30,000であった。

使用機械	光波測距儀	A G A ジオジメータ 14 A
	セオドライト	ウィルド T <sub>2</sub>

## 2-2 刺 針

写真上明瞭に映っている地物（道路、家の角等）合計14点を現地で密着写真上に刺針した。これら刺針した地物の座標および高さは後にトラバース測量により求められた。

## 2-3 現地調査

地形図を作成するのに必要な各種表現事項、名称等を現地において調査、確認し、図化作業に必要な資料を作成する作業であり、この作業はIGNにて実施された。

## 2-4 空中三角測量

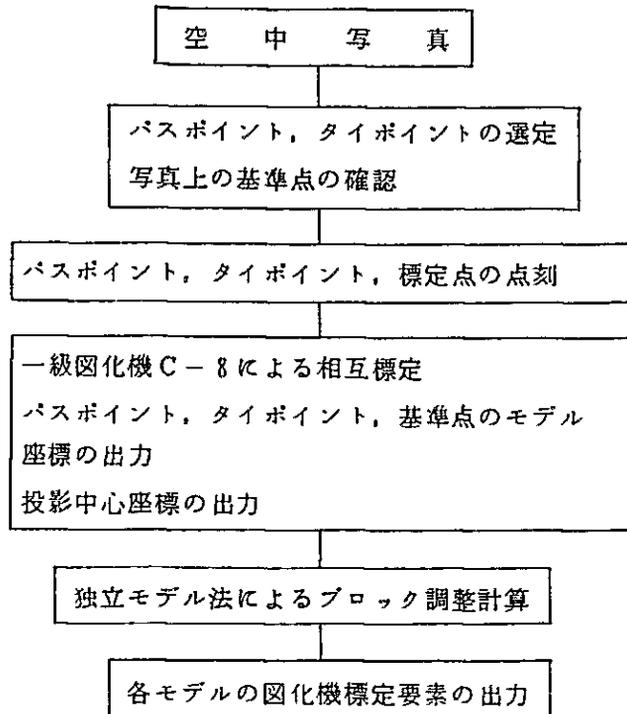
IGNが実施している空中三角測量の方法は

- (a) 図化機で接続標定を行って実施する機械法
- (b) 図化機でモデル座標と投影中心の座標を測定して計算機にて独立モデル法によるブロック調整法

の2つの方法がある。

今回の作業は、現地の状況により基準点の配点が上記(b)の方法に適しているので、この方法で実施した。ブロック調整計算の入力となる各モデルのモデル座標は一級図化機C-8にて相互標定を行って得られたものである。

実施された空中三角測量のフローは次のようである。



使用機械

図化機	一級図化機 C-8
点刻機	ウィルド PUG-4
計算機	IBMホストコンピュータ

空中三角測量の仕様は以下の通りである。

コース数	3コース
モデル数	21モデル
写真縮尺	1 : 30,000
画面距離	152195 <sup>mm</sup>
オーバーラップ	60%
サイドラップ	40%
撮影高度	4.500 <sup>m</sup>
パスポイント数	6点/モデル
タイポイント数	2点/モデル
平面標定点数	23点
高さの標定点数	23点
図化縮尺	1 : 10,000

空中三角測量の標定点における基準点残差の中等誤差は以下の通りである。

平面位置	約 2 m
高さ	約 2.5 m

## 2-5 機械図化

機械図化はIGNの協力のもとに、IGNが所有する図化機を使用して実施された。

機械図化に際しては、地形が複雑に入りくみ、また、ほとんどの地域が濃いジャングルによって覆われているため、河川、沢、谷などの脱落に十分な注意をはらったが、技術的にかなりむずかしいものであった。

現地調査を実施できない図化対象地域の中央部分においては、家屋、小屋、植生等に関しては、図化機を使用した判読により実施した。

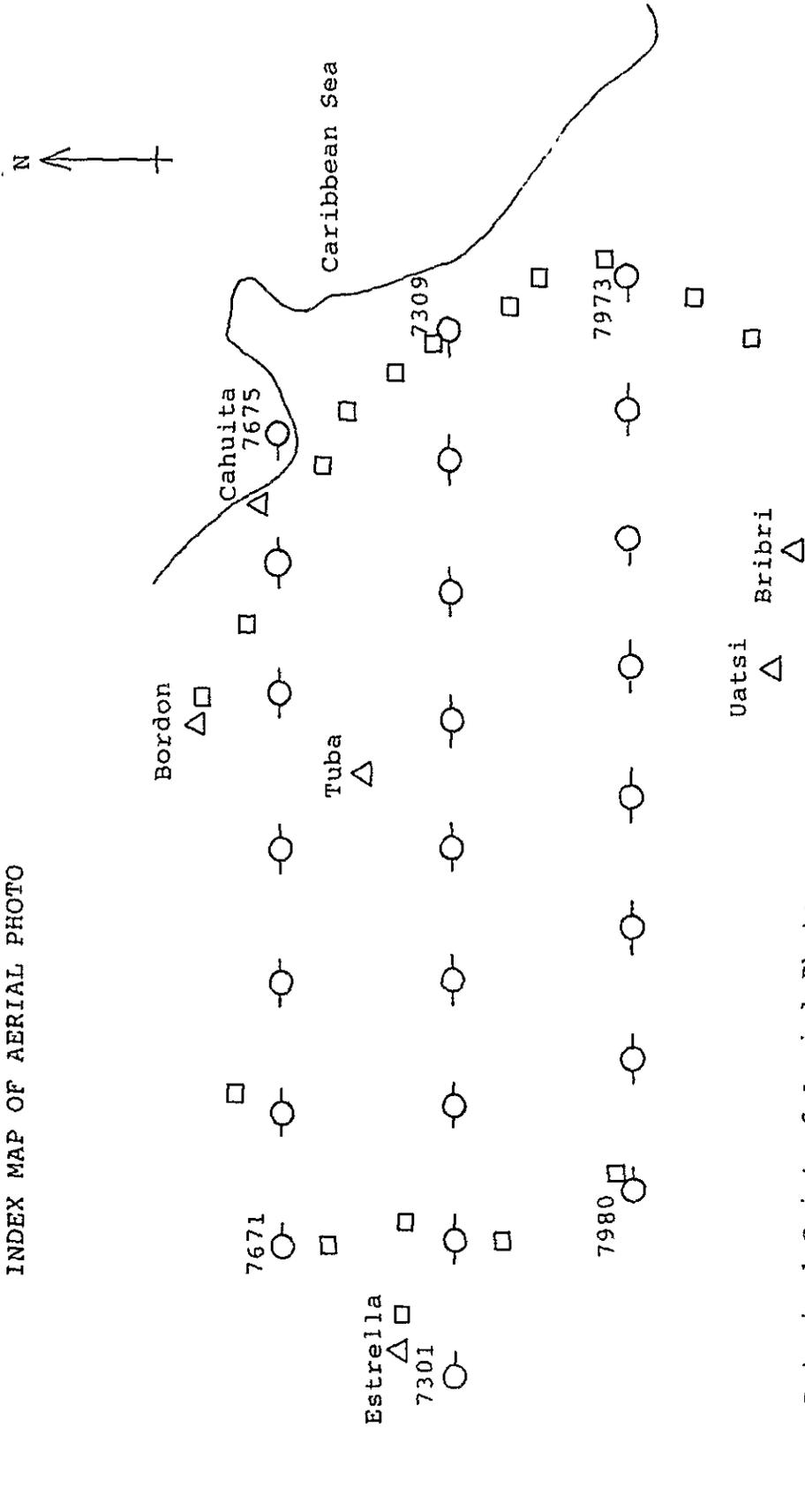
機械図化に使用した航空写真は、その一部が雲によりカバーされていたが、隣接するコースの航空写真を使用して可能な限り図化し、空白地域を最少にするように努力した。

使用航空写真	縮尺	1/30,000	1976年撮影
図化縮尺		1/10,000	
図化シート数		8シート	
図化面積		150 $\text{km}^2$	
使用図化機	一級図化機	C-8	2台
	二級図化機	A-8	1台

## 2-6 整理・製図作業

機械図化作業終了後、コスタ・リカ国の基準に従って、植生界、地名、道路、河川等の整理作業を実施した。整理作業終了後、コスタ・リカ側により製図作業が実施された。

INDEX MAP OF AERIAL PHOTO



- Principal Point of Aerial Photo
- △ Existing Control Point
- Newly Established Control Point

7671 Aerial Photo Number

## EXECUTION OF SURVEY WORK

### 1. Ground Control Point Survey

Date: From 22 June to 30 July 1981  
Lodging: Cahuita and Puer  
Survey party: 2 parties (each party consisted of the following)  
No. 1 Mr. Katsumi Wada  
Mr. R. Garcia (ICE counterpart)  
4 survey assistants from ICE  
No. 2 Mr. Kaneharu Nakamura  
Mr. G. Gonzalez (ICE counterpart)  
4 survey assistants from ICE  
Vehicle: Toyoda Land Cruiser 2 units

### 2. Pricking

Date: From 31 July 1981 to 8 August 1981  
Lodging: Cahuita and Puerto Limon  
Survey party: 2 parties (Each party consisted of same persons as ground control point survey.)  
Vehicle: Toyota Land Cruiser 2 units

### 3. Field Identification

Date: September 1981  
Survey party: Surveyor's of IGN

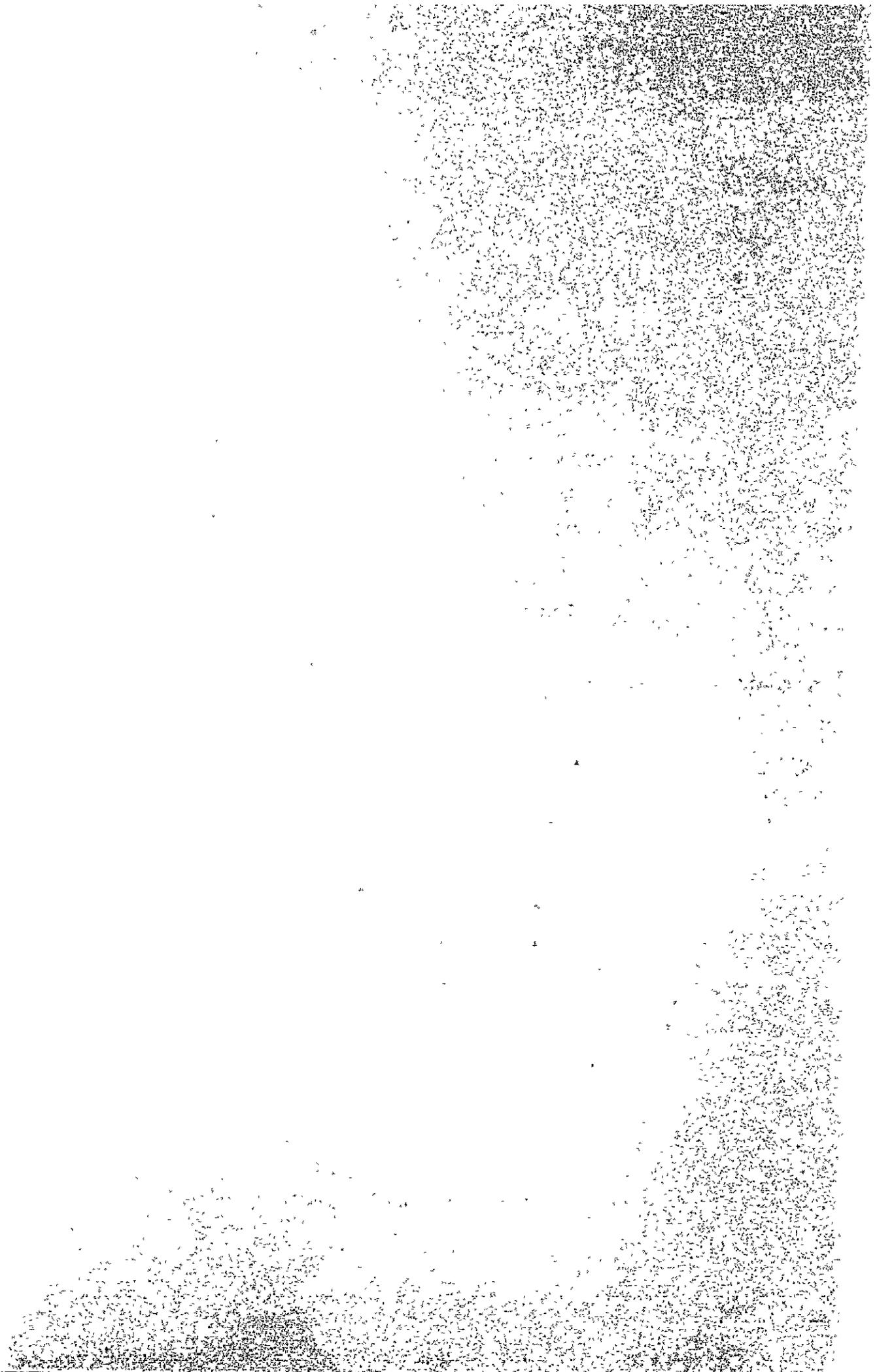
### 4. Aerial Triangulation

Date: From 10 August to September 1981  
Execution: Aerial triangulation was executed at IGN by Mr. Katsumi Wada and Mr. Kaneharu Nakamura of JICA topographic survey team and IGN staff.

### 5. Machine Plotting, Editing, and Tracing

Date: From 28 September to 18 December 1981  
Execution: Machine plotting and editing were executed IGN by Mr. Akira Saito and Mr. Shuuichi Onda of JICA topographic survey team and IGN staff.  
Tracing was executed by IGN staff.

第 VI 章 バハ・タラマンカ炭田の地質調査



## 第 VI 章 バハ・タラマンカ炭田の地質調査

### VI-1 調査概況

広大な未開発炭田の開発可能性評価、炭田調査法の技術移転の目的で、日本会計年度の関係から調査期間を第1次調査(1月4日～3月26日)と第2次調査(5月29日～9月1日)の2度に分け、コスタ・リカ側地質技師と共に地質・層序、地質構造、炭層賦存区域、主要炭層賦存状況の把握のための地表地質調査を行った。

現地は、主として未開のジャングル地帯のため調査地周辺の幹線道路以外ジープの使用ができず、また、上記目的遂行のため主要水系・尾根はいうまでもなく、付随する細かい水系についても地質調査を行う必要から、5カ所で山中キャンプを設営して調査を行った。

#### 1-1 調査地域(Figure VI-1 参照)

面積140 km<sup>2</sup>の調査地域を、水系、山地の起伏、調査地へのルート状況から10区域に分け、それぞれRio Bocuares区域、Far West区域、Carbón Volio区域、Sand Box区域、Carbón Uno区域、Carbón Dos区域、Carbón Tres区域、Rio Tuba区域、Fila Carbón Cahuita区域、Cañagira区域とし、区域ごとに地質層序を確立し、それによって地質構造の解明、炭層賦存状況の把握を行った。

#### 1-2 調査方法

現地調査は、日本側地質技師1名、コスタ・リカ側地質技師1名、作業員5名からなる調査班を2班作り、原則として一区域内を2班で分担調査し、1区域ずつ順次調査を遂行した。

第1次調査では、炭層露頭情報の多いCarbón Volio区域から調査を始め、順次Far West区域、Sand Box区域、Carbón Dos区域西部、Fila Carbón Cahuita区域と移行し、バハ・タラマンカ炭田に分布する地層の地質層序の確立に努めた。

第2次調査では、Rio Bocuares区域、Carbón Dos区域東部、Carbón Uno区域、Rio Tuba区域、Carbón Tres区域、Cañagira区域と調査を行い、第1次調査で把握した層序構造の追跡を行った。

現地調査は、石炭調査法の基本に従い、各ルートの地質層序把握のため、50mの間縄、距離計にて位置を定め、10,000分の1地形図を拡大して作った5,000分の1地形図に岩相、走行傾斜等を記載し、基本ルートマップを作成した。炭層は、細かい炭層状況把握のため、石炭を良質炭(good coal)、石炭(coal)、劣質炭(2nd coal)および縞炭(striated coal)に、炭質岩を炭質頁岩(coaly shale)と黒色頁岩(black



shale)に分けて、合盤、上下盤の詳細な観察を行ない、20分の1の炭柱図を作成した。これらのデータを基に、地質対比柱状図、炭層対比図を作り、炭層賦存状況の検討を行った。また、調査は自然露頭の観察を主としたが、露出の不十分な炭層露頭、断層露頭、重要な地層境界等では人夫によるトレンチングを行ない露頭を発掘して詳細な観察を行った。

第1次、第2次調査を通じ約6カ月間、常にコスタ・リカ側地質技師と共にこれらの調査を行ない、充分調査技術を移転した。

### 1-3 宿舎、交通手段

第1次調査におけるFar West区域、Carbón Volio区域、Sand Box区域、Carbón Dos区域西部およびFila Carbón Cahuita区域の調査期間中は、RECOPE(コスタ・リカ石油会社)のSuretka キャンプをベースキャンプとし、運搬道路のないCarbón Dos区域西部では現地に調査キャンプを設営し調査の拠点とした。

第2次調査の期間中は、Cahuitaに家を借り、それをベースキャンプとし、交通の不便なRio Bocuaires区域、Carbón Dos区域東部およびCarbón Tres区域では現地に調査キャンプを設営し、これを拠点としてそれぞれの区域の調査を行った。

調査キャンプ地では、コック1名を雇い、定期的に人夫による生鮮食料品の運搬を行わせた。

交通手段は、コスタ・リカ側からジープ1台、日本側からジープ1台(レンタカー)を提供し、2台のジープによりサンホセとベースキャンプ間の移動、調査地内通行可能道路での移動、運搬作業を行った。

山中での調査キャンプ時の物資(テント、食器、料理器具、食料など)の運搬は牛馬、人夫によって行った。

### 1-4 サンプルング・分析

石炭サンプルは、風化の影響を考慮し、露頭部をかなり掘り込み、新鮮なものを採取するように心掛けた。また、炭層のサンプルングについては主要炭層の全層にわたり合盤も含めたチャンネルサンプルングを行った上、四分法により縮分してサンプルとした。サンプルはコスタ・リカ側と日本側で分析を行うため、1カ所で2個採取した。

日本に於ける炭質分析は、工業分析、発熱量、全硫黄、元素分析、FSI、HGI、比重、灰の熔融度、灰分組成、浮沈試験、マセラル分析、ビトリニットの反射率を処理能力により、三菱鉱業セメント(株)大宮研究所、北炭ゼネラルサービス(株)夕張分析所で行った。

(分析結果はAppendixに付した。)

## VI-2 地質概論

### 2-1 地質層序

ハハ・タラマンカ炭田周辺に広く分布する地層は、新第三紀から第四紀に堆積した堆積岩類と未凝固堆積物から構成されている。これらの堆積物は、既存資料によれば、岩相と、含まれる貝化石、有孔虫化石が示す生物年代に基づいて、下位から Uscari 層、Gatún 層、Suretka 層および第四紀堆積物に区分されている。これらの各地層と、本調査地域に分布する相当層との対比は岩相の類似性に基づいて行った。本地域の層序区分概念図を Figure VI-2 に示すと共に、以下に各地層の岩相、層厚、分布などについて下位層から述べる。

#### (1) Uscari 層 (U S)

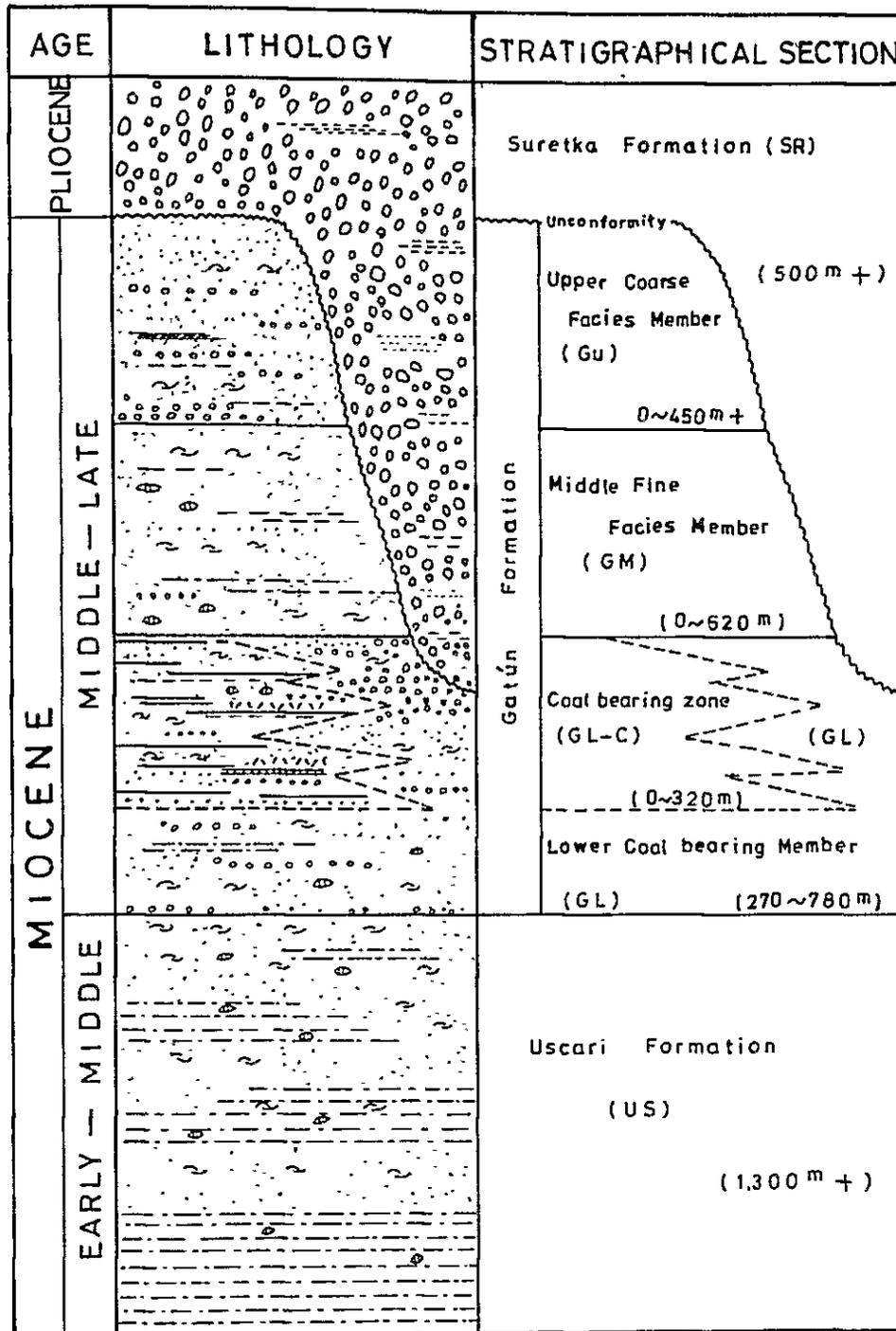
本層は、調査地域に分布する地層の最下位層である。既存資料によれば、本層は、模式地をシクスアオーラ川上流タラマンカ溪谷のウスカリ沢とし、厚さ 600 ~ 1,500 m (推定) の層厚を有する海成泥岩質岩相を示す地層に対して命名されたもので、その岩相の特徴から、比較的静穏な海面下数 100 m のやや深い海域の堆積物と考えられている。本層の地質年代は、小型有孔虫化石から新第三紀中新世初期~中期とされている。本層は Gatún 層に覆われており、両者の関係は研究者によって異なり、整合および不整合の両方の関係が報告されている。

調査地域に分布する Uscari 層は、大部分塊状細粒砂岩からなるが、上部では塊状シルト岩・塊状砂質シルト岩・塊状極細粒砂岩からなる。本層の中部から上部では、海棲貝化石と円球~レンズ状を呈する炭酸塩岩が顕著に認められる。本層は、後述する Suretka 層の分布する Cañagira 区域を除く全区域に分布し、層厚は Fila Carbón Cahuita 区域で最大 1,300 m+ を確認している。本地域においても、本層はいずれも Gatún 層によって覆われている。両者の関係は、本地域でみる限り、(a) 明瞭に不整合関係を示す露頭が観察されなかったこと、(b) 構造的な不整合を示すような証拠がないことから、整合的關係にあると思われる。

#### (2) Gatún 層 (G)

今回の調査で確認された炭層は、全て本層内に挟在していることから、本地域においては最も重要な地層である。本層はパナマ運河地帯を模式地とし、北方リモン付近にまで広く分布している。既存資料によれば、本層の岩相は堆積相の相違から、瀬海相とサンゴ礁相とに分けられ、それらは側方漸移の関係にあるとされている。模式地では砂岩を主とし、礫岩、シルト岩、頁岩および石灰岩を伴ない、陸成起源の石炭と海棲貝化石を含有する瀬海相が発達し、北方リモン付近では礁性石灰岩、砂岩、頁岩、含貝化石泥灰岩を主とする

Figure VI-2. Idealized Stratigraphic Columnar Section of Baja Talamanca Coal Field



LEGEND

- |                           |                            |                 |
|---------------------------|----------------------------|-----------------|
| Coal Seam                 | Fine Sandstone             | Shell Fossil    |
| Black Shale & Coaly Shale | Medium to Coarse Sandstone | Calcareous Marl |
| Shale                     | Conglomerate               |                 |
| Sandy Shale               | Tuff                       |                 |

サンゴ礁相が発達している。本層の地質時代は、新第三紀中新世の中～末期とみられている。本層は、上位 Suretka 層によって覆われており、両者の関係は不整合関係とされているが、一部研究者は漸移関係を主張している。

本調査地域全域に広く分布する Gatún 層は、瀕海～汽水性の堆積相を示し、サンゴ礁相を示す要素は認められなかった。しかし、夾在している炭層群は Gatún 層の瀕海相（パナマ運河付近）からサンゴ礁相（リモン付近）への堆積相の側方変化の方向と一致した貧化傾向を示している。調査地の Gatún 層は、更にその岩相の相違から、下位から下部夾炭部層、中部細粒岩相部層および上部粗粒岩相部層の3部層に分けることができる。以下にその概要を述べる。

#### (a) 下部夾炭部層（GL）

本部層は、細～中粒砂岩を主とし、粗粒砂岩、礫岩、シルト岩、頁岩、凝灰岩および凝灰質岩からなり、石炭、炭質頁岩、黒色頁岩などの炭質岩が特徴的に挟在している。本調査地域で確認された炭層は、全て本部層中に挟在している。また、本部層の砂岩・シルト岩および頁岩中には、海棲貝化石や団球～レンズ状の産状を呈する炭酸塩岩が認められ、これらはしばしば石炭、炭質頁岩などの炭質岩の上・下盤に観察される。これらの堆積相の変化は、地層の上下方向では数メートルから数10メートルの範囲で、また、横方向では数10メートルから数100メートルの範囲で認められる。これらのことから、本部層は陸性～汽水性と、海性の環境が比較的短い周期で繰り返すような状況下で形成された堆積物であると判断される。本部層は、調査地域全域に分布し、その層厚は本調査地域の西端に位置する Rio Bocuare s 区域で最大約780mを示し、東方および北方に向かって薄化する傾向が認められる。平均層厚は約400mである。

Figure VI-2 層序区分概念図に示した本部層（GL）中の炭層賦存帯（GL-C）は、今回の調査で確認した石炭、炭質頁岩および黒色頁岩の層序的分布範囲を図示したものである。

本部層は、上位の中部細粒岩相部層によって整合に覆われている。

#### (b) 中部細粒岩相部層（GM）

本部層は、塊状細粒砂岩～シルト質細粒砂岩からなり、部分的に中～粗粒砂岩、礫岩およびシルト岩が挟在している。海棲貝化石および団球～レンズ状の炭酸塩岩が比較的頻繁に認められ、Gatún 層の他の部層に比べ海成相が卓越した環境下の堆積物と判断される。本部層は、ほぼ全域に分布し、層厚は Carbón Tres 区域で約620mを確認している。本部層は、上位の上部粗粒岩相部層によって整合に覆われている。

### (c) 上部粗粒岩相部層 (Gu)

本部層は、中～粗粒砂岩を主とし、礫岩、細粒砂岩およびシルト岩を伴ない、稀に海棲具化石を含有している。Carbón Tres 区域では砂岩層中に、数枚の黒色頁岩の薄層が挟在し、砂岩～シルト岩層中に炭質物の濃集した筋が数個所で観察されたが、炭層は全く認められなかった。本部層は下部夾炭部層と似た堆積相を示しているが、本部層の堆積時には、炭層を形成するほどの堆積環境は維持されなかったものと思われる。本部層は、Far West 区域、Carbón Tres 区域および Rio Tuba 区域のみに分布し、その層厚は、Rio Tuba 区域では約 450 m を確認している。本部層は、上位 Saretka 層によって不整合関係で覆われている。

### (3) Suretka 層 (Sr)

本層は、調査地域の南西方 Suretka に分布する、種々の火成岩からなる礫岩層を模式層としている。時代を指示する有効な化石は見出されていないが、本層は、新第三紀鮮新世頃の後背地タラマンカ山脈の急激な上昇に伴ない生じた大量の岩屑が陸～汽水性の環境下で堆積した、いわゆるモラッセ型の堆積物と考えられている。

本調査地域に分布する Suretka 層は、模式地のものと同様な岩相を示し、数センチメートルから 1メートル以上におよぶ多様な礫径を有する、垂円から円のかなり円摩度の高い礫を含む礫岩層からなり、連続性に乏しい砂質部、泥質部を伴なっている。礫岩部は、新鮮面では固結しているが、風化面では礫と基質は容易に分離することができ、下位 Gatún 層の礫岩とは岩質が異なっている。礫種は模式地のそれとは異なり、ほとんどが安山岩質火成岩からなっている。これは後背地からの岩石供給の相違に起因しているものと思われる。本層は、Cañagira 区域付近にのみ分布し、その層厚は、本層の構造が不明瞭であるため、推定値となるが断面図から推定すると少なくとも 400 m 以上はあるものと思われる。本層は、Gatún 層の各部層と直接に接していることと、固結度に差が認められることから、両層の関係は不整合関係であると判断される。

### (4) 第四紀堆積物

本調査地域に分布する第四系は、河川の段丘堆積物、斜面崩積土、後背湿地堆積物などの未凝固堆積物からなる。これらは、Suretka 層以下の地層とは無関係に分布し、今回の調査目的の対象外であるため、地質図および以下に述べる区域毎の地質説明では第四系を除外した。

## 2-2 地質構造

本地域の地質構造は、パハ・タラマンカ造山運動により形成され、山脈、海岸線とはほぼ平行なNW-SE方向の向斜、背斜、断層によってくり返される複雑な褶曲構造を示しているが、概観すると、Carbón Dos断層以北の北部Hone Creek向斜地域、Volio I断層とCarbón Dos断層に囲まれ、多くの断層によって著しく細ブロック化された地質構造を示す中部ブロック状地域、Volio I断層以南の、Far West向斜、Sand Box向斜に代表される南部褶曲地域に大別される。

### (1) 北部Hone Creek向斜地域

この地域を規制する地質構造は、Hone Creek向斜、Carbón Dos断層、Hone Creek断層である。

Hone Creek向斜は、海岸線と平行なNW-SE方向の向斜軸を持ち、向斜北翼部の地層傾斜は $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ 、南翼部では $60^{\circ}$ からCarbón Dos断層の近くでは $20^{\circ}$ の緩傾斜となり、全体的に安定した構造を示す。

Carbón Dos断層は、安定したHone Creek向斜地域を他から分離する断層で、Hone Creek向斜軸とはほぼ平行してWNW-ESE方向で調査地域内を横断している。

Hone Creek断層は、Carbón Dos断層の北側をWNW-ESE方向で並走し、Suretka層の分布を規制している。

### (2) 中部ブロック状地域

この地域は、Volio I断層、Volio II断層およびこれに付随する多数の断層により複雑にブロック化された地域として特徴づけられ、大略的にはNNW-SSE性の緩い向斜構造、背斜構造が、断層によって複雑ブロック状に分断されながらも認められる。Volio I断層は、断層の形態およびその周辺の地層の分布形態よりThrust性の断層と考えられる。

### (3) 南部褶曲構造地域

この地域は、Hone Creek背斜、Far West向斜、Sand Box向斜からなり、西部ではBocuares断層をはじめとしたWNW-ESE方向の断層、NNE-SSW方向の断層によりブロック化するが、大局的には、WNW-ESE方向の背斜、向斜構造をなす安定した区域である。

これらの地質構造はGatún層堆積後（中新世末）に大略形成され、Suretka層堆積後（鮮新世～第四紀）に現在の構造が定まったといわれている。

## 2-3 炭 層

炭層を胚胎する Gatún 層 下部夾炭部層は、調査地域全体に広く分布するが、くり返し生じた海水の侵入による堆積環境の激しい変化、タラマンカ山脈形成過程に生じた炭田への粗粒物の急激な堆積、複雑な地質構造による炭田のブロック化のため、厚い炭層の大規模な安定した賦存は望みがたい。

今回の調査では、比較的炭層がまとまって存在する Carbón Volio 区域、Carbón Dos 区域、Sand Box 区域、Carbón Uno 区域に 10 枚～25 枚の炭層がみられるが、薄炭層が多いため、埋蔵量を把握すべく今回炭量計算を行った炭層は 5 枚に過ぎない。

炭層の特徴は、一般に堅くメナシ状であり輝炭部分は少ないが、後背地の火成活動の影響で凝灰質シルト岩の薄層を挟むものが多い。炭層の上下盤は主として灰色細粒砂岩であり、このため側方へ急激な層厚変化がみられる。

炭質は、水分 12% 前後、灰分 10～25%、発熱量 4,500～5,500 kcal/Kg (到着ベース) 全硫黄 1～4% を示し、ASTM 石炭分類によれば、亜瀝青炭 A～B に相当する。

炭量計算は、現実の採掘を考え、山丈 0.8 m 以上、炭丈 0.7 m 以上あり、且つ走向延長が 1 km 以上追跡でき、発熱量 4,500 kcal/Kg 以上のものを対象として、JIS による炭量計算基準を準用し、確定、推定、予想に分けて算出した。しかし、この炭量は、地質精度による安全率、採掘方法、それに伴う採掘率等を考慮したいわゆる実収炭量ではなく、炭田規模を把握するための理論炭量である。それによる調査地域の理論炭量は、確定炭量約 200 万 t、推定炭量約 130 万 t、予想炭量約 300 万 t からなる。

Table VI-1

Classification by Coal Quality (JIS)

		Calorific Values (dry, ash free base) kcal/kg	Fuel Ratio	Coking Property	Notes
Anthracite (A)	A1	more than 8,400	more than 9.0	non coking	Natural coke was occurred by volcanic rock
	A2		more than 4.0		
Bituminous Coal (B, C)	B1	less than 8,400 more than 8,100	more than 1.5	heavy coking	
	B2		less than 1.5		
	C	-	coking		
Subbituminous Coal (D, E)	D	less than 8,100 more than 7,800	-	soft coking	
	E	less than 7,800 more than 7,300	-	non coking	
Brown Coal (Lignite) (F)	F1	less than 7,300 more than 6,800	-	non coking	
	F2	less than 6,800 more than 5,800	-		

Table VI-2

Classification by Coal Quality (A.S.T.M.)

Legend: F.C. = Fixed Carbon. V.M. = Volatile Matter.  
Btu = British thermal units.

Class	Group	Limits of Fixed Carbon or Btu Mineral-Matter-Free Basis	Requisite Physical Properties
I. Anthracite	1. Meta-anthracite	Dry F.C., 98 percent or more (Dry V.M., 2 percent or less)	Nonagglomerating <sup>2</sup>
	2. Anthracite	Dry F.C., 92 percent or more and less than 98 percent (Dry V.M., 8 percent or less and more than 2 percent)	
	3. Semi-anthracite	Dry F.C., 86 percent or more and less than 92 percent (Dry V.M., 14 percent or less and more than 8 percent)	
II. Bituminous <sup>4</sup>	1. Low volatile bituminous coal	Dry F.C., 78 percent or more and less than 86 percent, (Dry V.M., 22 percent or less and more than 14 percent)	Either agglomerating or non-weathering <sup>6</sup>
	2. Medium volatile bituminous coal	Dry F.C., 69 percent or more and less than 78 percent (Dry V.M., 31 percent or less and more than 22 percent)	
	3. High volatile A bituminous coal	Dry F.C., less than 69 percent (Dry V.M., more than 31 percent); and moist <sup>3</sup> Btu, 14,000 <sup>5</sup> or more.	
	4. High volatile B bituminous coal	Moist <sup>3</sup> Btu, 13,000 or more and less than 14,000. <sup>5</sup>	
	5. High volatile C bituminous coal	Moist Btu, 11,000 or more and less than 13,000. <sup>5</sup>	
III. Subbituminous	1. Subbituminous A coal	Moist Btu, 11,000 or more and less than 13,000. <sup>5</sup>	Both weathering and nonagglomerating
	2. Subbituminous B coal	Moist Btu, 9500 or more and less than 11,000. <sup>5</sup>	
	3. Subbituminous C coal	Moist Btu, 8300 or more and less than 9500. <sup>5</sup>	
IV. Lignite	1. Lignite	Moist Btu, less than 8300.	Consolidated
	2. Brown coal	Moist Btu, less than 8300.	Unconsolidated

<sup>1</sup> This classification does not include a few coals which have unusual physical and chemical properties and which come within the limits of fixed carbon or Btu of the high-volatile bituminous and subbituminous ranks. All of these coals either contain less than 48 percent dry, mineral-matter-free fixed carbon or have more than 15,500 moist, mineral-matter-free Btu.

<sup>2</sup> If agglomerating, classify in low-volatile group of the bituminous class.

<sup>3</sup> Moist Btu refers to coal containing its natural bed moisture but not including visible water on the surface of the coal.

<sup>4</sup> It is recognized that there may be noncaking varieties in each group of the bituminous class.

<sup>5</sup> Coals having 69 percent or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of Btu.

<sup>6</sup> There are three varieties of coal in the high-volatile C bituminous coal group, namely Variety 1, agglomerating and nonweathering; Variety 2, agglomerating and weathering; Variety 3, nonagglomerating and nonweathering.

Source: American Society for Testing Materials, 1939, Standard specifications for classification of coals by rank (A.S.T.M. Designation D388-38) - 1939, Book of A.S.T.M. Standards, pt. 3, p. 1-6.

## Ⅵ-3 地質各論

### 3-1 Rio Bocuaires 区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層、Gatún 層の下部夾炭部層 および同中部細粒岩相部層である。本区域の模式柱状図を Figure Ⅵ-3 に示した。

Uscari 層は、塊状灰色シルト岩を主とし、塊状灰～青灰色細～極細粒砂岩を伴う上部のシルト岩層中には細～極細粒砂岩の薄層が挟在し、部分的に互層状を呈する。海棲貝化石と団球～レンズ状を呈する炭酸塩岩が下部に比べて上部に多い傾向で含まれる。本層の下限は断層によって境されている。確認された層厚は、約 600 m である。

Gatún 層下部夾炭部層は、他の区域に比べ最も厚く、約 780 m の層厚を有する。岩相は他区域のそれと同じ構成であるが、本部層の中部は、上・下部に比較して海成堆積相の要素をより強く示している。本部層上部には層厚約 280 m の主炭層賦存帯が発達し、直接上位中部細粒岩相部層と接している。中部細粒岩相部層は、層厚 20 m+ の塊状細粒砂岩からなり、上限は断層で境されている。本区域の詳細な地質対比柱状図は付図 6-1 に示した。

#### (2) 地質構造

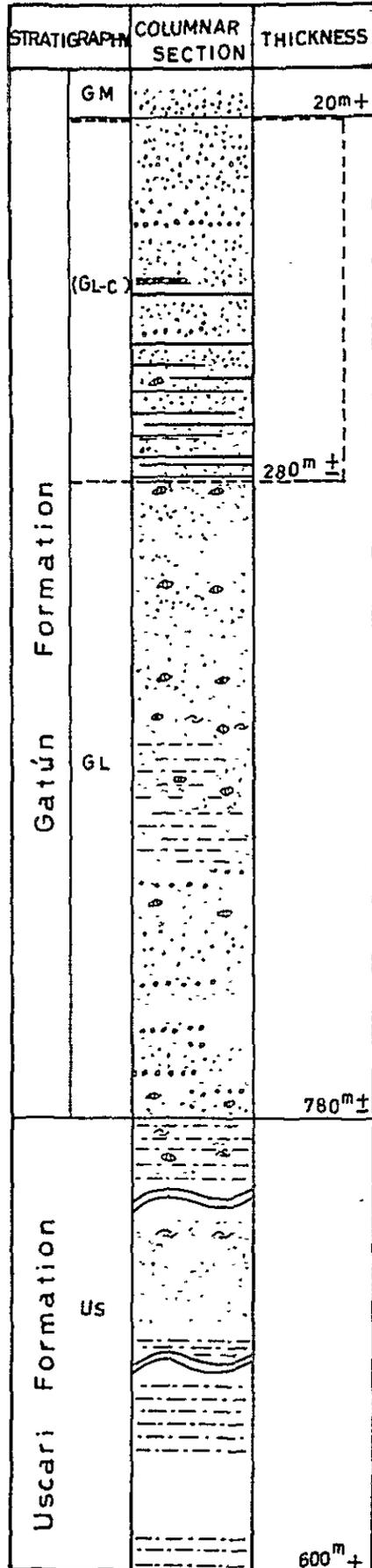
本区域の地層は、北西部 Rio Bocuaires 下流の急傾斜乱構造部を除けば、NW～W 走向で SW～S 方向に 20～50° 傾斜する構造を示す。本区域内には 5 本の構造を規制する断層が推定されるが、断層によって区切られた各ブロック内での地層は、安定した構造を示している。

#### (3) 炭 層

本区域には、10 枚以上の炭層が賦存しているのが認められた。しかし、以下に示す理由により、本区域における石炭開発の可能性は将来的にも非常に少ないと判断される。

- (a) 10 枚以上の炭層が認められたが、すべての炭層は炭丈 1 m 以下であり、0.10～0.30 m のものが最も多い。
- (b) 上記炭層中最も厚いものは、厚層部で山丈 0.99 m、炭丈 0.52 m を有するが、側方変化が著しい。例えば、地質構造の安定したところでは炭層上部の炭質岩部が薄化し、山丈、炭丈は共に 0.50 m となっている。
- (c) 主炭層賦存帯における炭層および泥質岩層は、しばしば 1 m から数 m の単位で砂岩

Figure VI-3. General Stratigraphic Columnar Section of Rio Bocuaires Area



LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

層と互層し、堆積相の頻繁な繰り返しが観察される。本域では全域的に稼行対象となるような厚い炭層の形成に必要な堆積環境は、十分に維持されなかったものと考えられる。

本区域に賦存する主要炭層は、Figure 7-1に示した。

(4) 炭質そのものは、Volio区域やCarbón Uno区域など他区域のそれと変わらないが、炭質頁岩や黒色頁岩の炭質岩が、炭層の上・下盤に発達しているため、炭層全体(山丈)として見た場合には悪い。前項(3)の(b)の炭層の炭質岩部を含めた石炭分析試験結果は、灰分367%、発熱量2,970 Kcal/Kgであった。

### 3-2 Far West区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は下位からUscari層、Gatún層下部夾炭部層、同中部細粒岩相部層、および同上部粗粒岩相部層である。本区域の模式柱状図をFigure VI-4に示した。

Uscari層は主として塊状灰色細粒～極細粒砂岩からなり、所によりシルト岩の挟在がみられる。全体的に石灰質ノジュール、海棲貝化石を含み、所によってはグロコナイトの濃集部もみられる。この区域での層厚は320m以上である。

Gatún層下部夾炭部層は、他の区域のそれとほぼ同様の岩相を示し、主として灰色～灰青色、細粒～粗粒砂岩からなり、所によって礫岩、凝灰質シルト岩の薄層がみられる。炭層は主炭層賦存帯(層厚130m)に6枚認められるが、東から西に向うに従い枚数の減少する傾向が認められる。本部層下部は、礫岩の挟在がみられるものの主として、石灰質ノジュール、海棲貝化石を含む細粒砂岩からなり、堆積環境がUscari層から漸移している事を示唆している。この区域での層厚は約380mである。

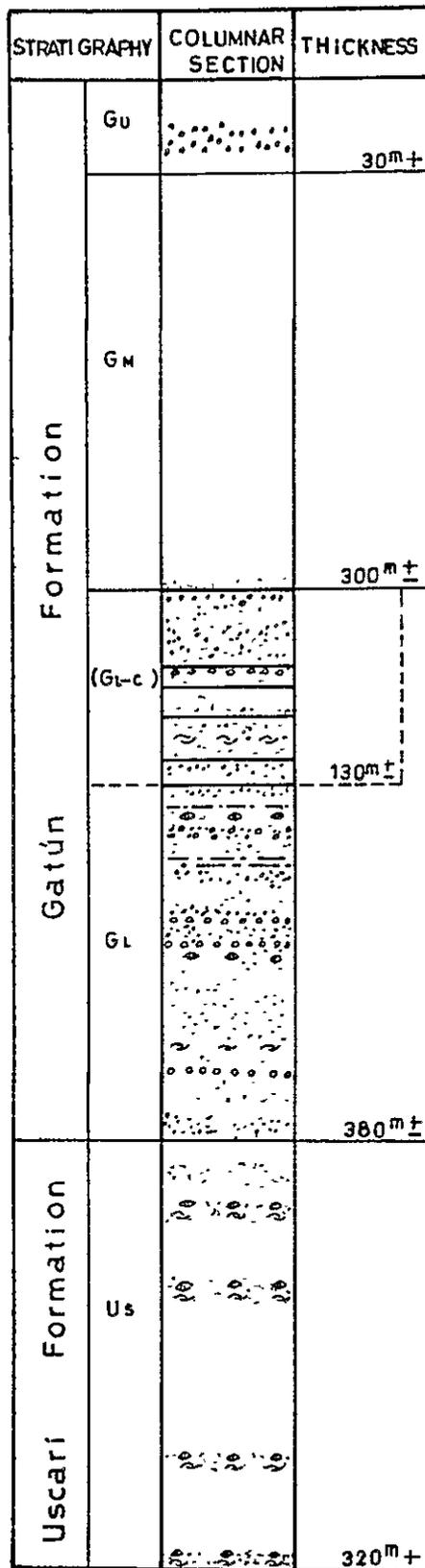
中部細粒岩相部層は、台地状区域にみられ堅い灰色細粒砂岩からなり、層厚は約300mと推定される。

上部粗粒岩相部層は、東部台地状区域でみられ、主として灰色堅い中粒～粗粒砂岩、礫岩からなる。礫岩は、円磨度が高く安山岩からなる。ここでの層厚は30m以上である。本区域の詳細な地質柱状図をFigure 6-2に示した。

#### (2) 地質構造

地質構造は、E-W方向に向斜軸を持つFar West向斜とそれを横切るNNE-SSW方向の断層によって特徴づけられる。この向斜構造はE-W方向の向斜軸を有し、地層は、

Figure VI-4. General Stratigraphic Columnar Section of Far West Area



LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

15°～25°の緩傾斜を示す。Far West 沢の2本の断層に挟まれたところでは、向斜軸はNNE-SSW方向を示し、地層傾斜も15°～35°に変化する。この沢は、断層に沿って開析され、残された区域は地質構造を反映し緩傾斜の台地を形成している。

### (3) 炭 層

この区域では6枚程度の炭層がみられるがFar West 沢西枝沢では、2枚の炭層しか認められず、東より西へ炭層枚数の減少、炭層厚の薄化がみられる。これらはタラマンカ造山運動の過程における粗粒碎屑物の流入による急激な堆積環境の変化によるものと想像される。

炭層は、山丈1m以下、炭丈は最大0.5m程度の薄炭層であり、鉱床としての価値は全くない。

炭質に関しては、炭質分析を行っていないが、野外で見える限りにおいては他区域の炭質と同様である。

## 3-3 Carbón Volio 区域

### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位からUscarí層、Gatún層の下部夾炭部層 および同中部細粒岩相部層である。本区域の模式柱状図をFigure VI-5に示した。

Uscarí層は、主として塊状灰色細粒～極細粒砂岩からなり、ほぼ全層に石灰石ノジュール、海棲貝化石を含む。岩相変化はほとんど見られないが、2～3cm巾の泥質葉理がみられる所がある。この区域での層厚は、390m以上である。

Gatún層下部夾炭部層は、この区域各沢に広く分布するが、岩相的に4帯に分けることができ、下位より下部砂岩部、下部夾炭部、中部砂岩部、上部夾炭部からなる。

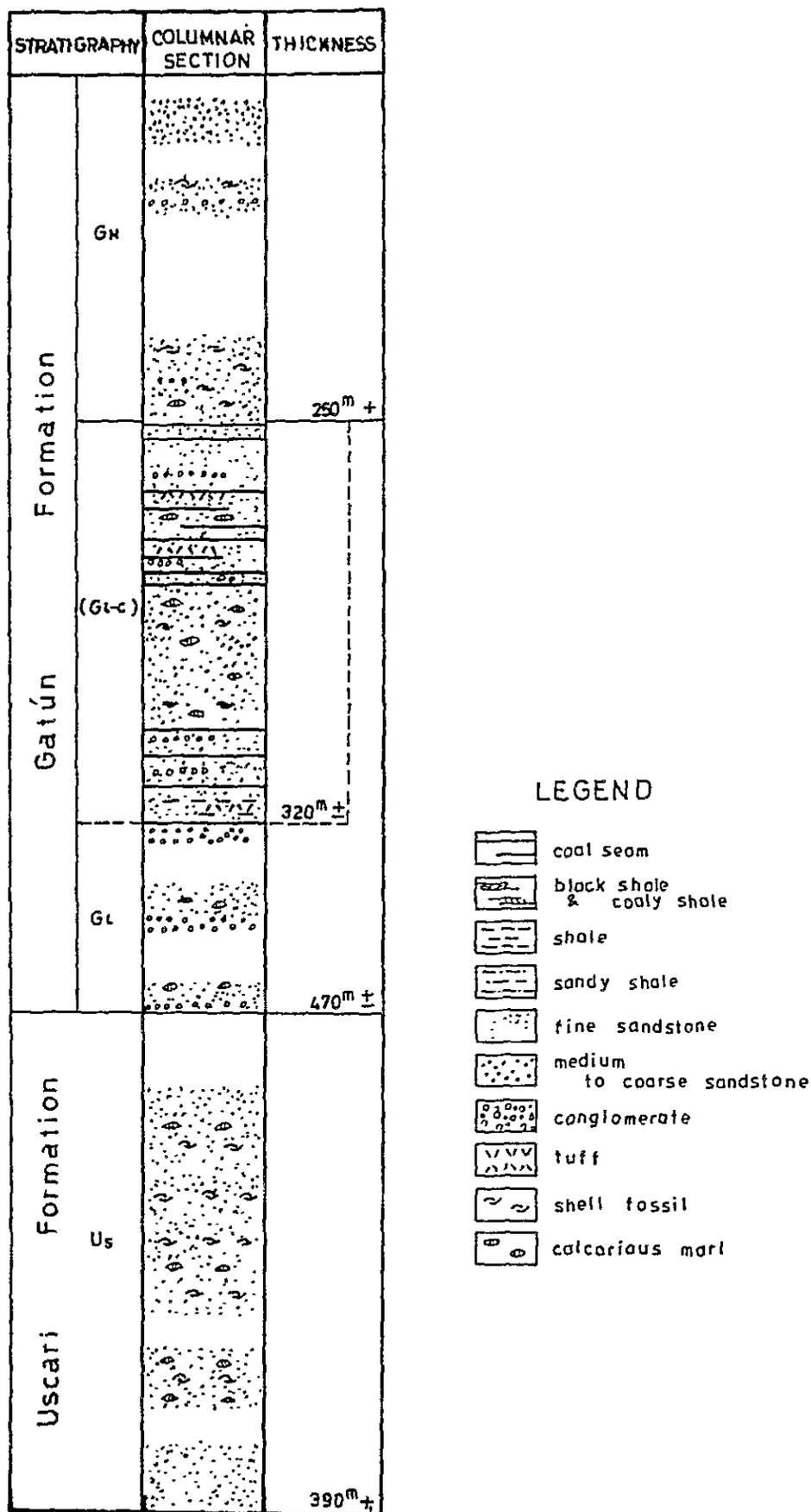
#### (a) 下部砂岩部

主として灰色細粒砂岩よりなり、所によって石灰質ノジュール、細～中礫岩が夾在し、下位Uscarí層との漸移帯となる。層厚は約130mである。

#### (b) 下部夾炭部

V-1, V-2, V-3, V-4の炭層群、凝灰質シルト岩、石灰質ノジュールを含む砂岩、蹠まじり粗粒砂岩からなり、層厚約80mである。この地層はCarbon Volio川の東側では、その連続が認められず、中部砂岩部の堆積時に削剝を受けたものと判断される。

Figure VI-5. General Stratigraphic Columnar Section of Carhón Volio Area



LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

### (c) 中部砂岩部

主として灰青色細粒砂岩からなり、石灰質ノジュール、海棲貝化石を含み、堆積盆への海水の侵入が認められる。本層は Carbón Volio 川の東側では、下部砂岩部と合体する。層厚は約 110 m である。

### (d) 上部夾炭部

V-5, V-6, V-7 の炭層のほか薄炭層を含めると 14 枚程度の炭層がみられるが、Carbón Volio 川の西側区域では海成層、礫岩層、中粒砂岩層等の粗粒堆積物のため、炭層の発達は悪い。この地層は、これらの炭層群、細粒砂岩、凝灰質シルトからなり、所によって石灰質ノジュール、礫岩層がみられる。層厚は東部で約 130 m、西部で 70 m と変化する。

中部細粒岩相部層は、海棲貝化石を含む灰色細粒砂岩として特徴づけられ、Carbón Volio 川の西側区域では下位の下部夾炭部層の上部夾炭部をみかけ上整合的に覆っている。ここでの確認層厚は、約 40 m である。

以上は Carbón Volio 区域における標準的層序である。なお、Volio I 断層北区域に山丈 2 m の炭層 V-9 および薄炭層からなる 6 枚の炭層群がみられる。これらは断層のため Carbón Volio の標準層序と直接の対比はつかないが、炭層群の上位に厚い灰色細粒砂岩層しか認められない事より上部夾炭部相当層と推定される。ここでの細粒砂岩層は、250 m 以上である。本区域の詳細な地質柱状図は Figure 6-3 a, b に示した。

## (2) 地質構造

本区域においては、西の Far West 向斜から東の Sand Box 向斜に連続する向斜構造の南翼部が主体となっており、これが北部で Volio I 断層によって円弧状に切られている。

### (a) 向斜構造

地層は全体的に EW 走向、 $15 \sim 30^{\circ}$  N 傾斜で安定して分布するが、Carbón Volio 川西側区域では NNE-SW 方向の断層により変移を受け炭層の賦存区域が分離されている。

Carbón Volio 川東側区域では、走向が EW 方向から NW-SE 方向に急激に変化し、Sand Box 向斜南翼に連なるが、この走向変換地点から東で走向傾斜が乱れる事より小断層の存在が予想される。

(b) Volio I断層

この断層は、Carbón Tres 区域西部から Carbón Dos 区域東部に至るまで円弧状に分布し、Rio Bocuares, Carbón Volio, Sand Box, Carbón Uno の比較的安定した各区域の地質構造と複雑ブロック化した Carbon Dos 区域の地質構造とを分ける断層である。Carbón Volio 川上流 (Quebrada 162) でのトレンチ調査の結果、粘土を含む細片状の破砕帯が 60 cm の巾で見られ、その走向傾斜は大略  $N 20^{\circ} E, 45^{\circ} W$  である。(Figure VI-6 参照) この断層はその分布形態から thrust 性と判断される。

この断層の北側区域では NW-SE の軸を持つ背斜構造が形成されており、南翼は  $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$  の急傾斜、北翼は  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  の緩傾斜を示し、採炭法については十分な検討を要する区域である。

(3) 炭 層

本区域で見られる炭層は、Volio I 断層の北側区域も含め 25 枚程度あるが、対比によりある程度の連続を把握できるものは V-1 から V-9 層までの 9 枚の炭層であり、これらの炭層の追跡により本区域の地質構造を把握する事ができた。

それぞれの炭層の層厚はその枚数に比べ薄く、山丈 1 m 程度のものは V-1, V-5, V-7, V-9 の 4 層であるが、これらの中、V-5 層は炭質が悪いため、炭量計算は V-1, V-7, V-9 層の 3 枚に限定した。

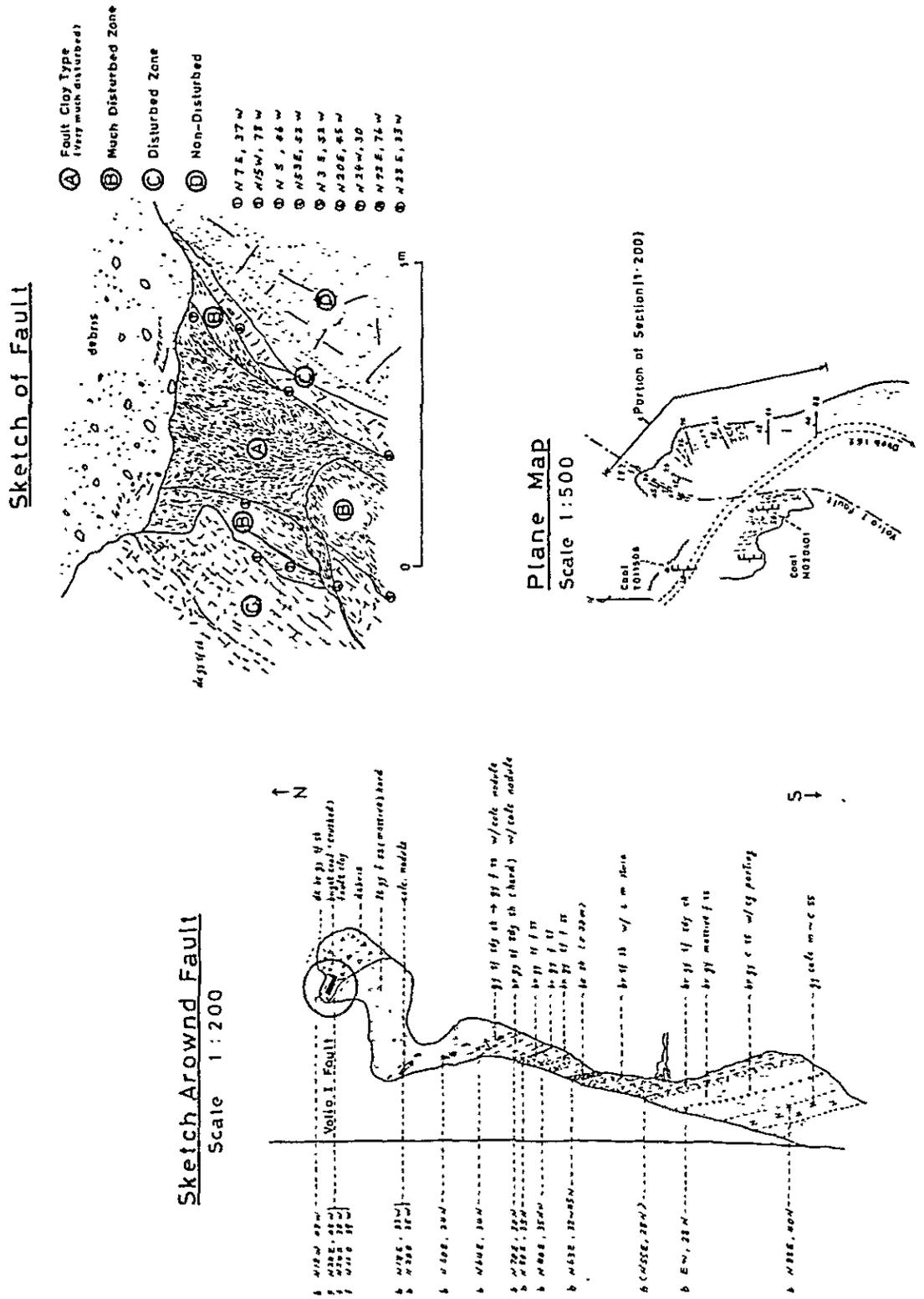
(a) V-1 層

本炭層は Carbón Volio 川西側区域にて長さ 2 km にわたり追跡することができる。層厚は平均山丈 130 m、平均炭丈 090 m で安定し、上部はメナン状輝炭であるが、下部は炭質頁岩、黒色頁岩となり、中部に 3 ~ 8 cm の凝灰質シルト岩が夾在する。稼行山丈は、炭質頁岩部を含めて 110 m である。本層の上下盤は灰色シルト岩 ~ 細粒砂岩であるが、下盤直下に礫岩 ~ 礫まじり粗粒岩がみられる。

(b) V-5 層

本炭層は Carbón Volio 川を中心に東西 10 km にわたり追跡することができ、中部には 15 ~ 50 cm の炭質頁岩および黒色頁岩の合盤、下部には 2 ~ 4 cm の凝灰質シルト岩の挟みがみられる。上下部の炭質部はメナン状輝炭と粗悪炭からなるが、東方に砂岩のウナッシュ・アウトにより薄化する傾向があるため、層厚は山丈 048 ~ 144 m、炭丈 046 ~ 093 m と変化する。

Figure VI-6  
Detailed Sketch of Volio I Fault in the Trench at Quebrado 162



本炭層は、炭質分析の結果 3,800 Kcal/Kg (到着ベース) 程度の発熱量しか有しなかったため、炭量計算は行わなかった。

(c) V-7 層

本炭層は Carbone Volio 川東側区域に 15 km にわたり追跡することができ、上下部は、ナン状輝炭からなり、中部には 10 ~ 28 cm の炭質頁岩、凝灰質シルト岩が挟在している。層厚は山丈 055 ~ 123 m, 炭丈 042 ~ 088 m と変化する。この炭層の上下盤はシルト~凝灰質シルト岩からなるが、所によって灰青色細粒砂岩の激しいウオッシュ・アウトにより薄化している。

(d) V-9 層

本炭層は Carbone Volio 川上流、Volio I 断層北側ブロック内に小規模な背斜構造をなして分布し、1 km にわたり追跡することができる。炭層は上下二枚の凝灰質薄層を挟み、層厚は山丈 188 ~ 234 m, 炭丈 149 ~ 200 m と変化する。この炭層の東方への延長は詳しい地表調査にもかかわらず発見できず、薄化消滅、或は断層による変移が考えられる。この炭層は調査地域内に賦存する炭層中、層厚と炭質の点で最高の炭層で、ナン状輝炭からなり、最下部に 30 cm 程度の黒色頁岩がみられる。調査中この炭層をフィールドネームとして Champion coal と称した。上下盤は主として灰色細粒砂岩からなる。

(4) 炭 質

炭質分析は V-1, V-5, V-7, V-9 層について行われた。その結果は Table VI-1 に示し、試料採取個所の炭柱図を Figure VI-7 ~ VI-10 に示す。

(a) V-1 層

水分 10%, 灰分 115 ~ 268%, 発熱量 4,100 Kcal/Kg ~ 5,440 Kcal/Kg とバラツキが著しい。これは西部の炭層下部に炭質頁岩および黒色頁岩部分が増して、全体として劣質化したためと判断される。また、全硫黄は 27 ~ 429% と非常に高い値を示す。これは本炭田形成時に海水の影響が著しかったことを示唆している。

(b) V-5 層

水分 110%, 灰分 307%, 発熱量 3,800 Kcal/Kg, 全硫黄 21% を示す。中部に厚い炭質頁岩と粗悪炭が挟在しているために灰分が多くなり、発熱量の低下が生じている。発熱量不足のため、この炭層は炭量計算から除外した。

(c) V-7層

水分11.0%, 灰分24.6%, 発熱量4,540 Kcal/Kg, 全硫黄2.9%を示す。中部に炭質頁岩が挟在しているため、灰分が多くなり発熱量の低下がみられる。

(d) V-9層

水分12%程度, 灰分10%程度, 発熱量5,300 Kcal/Kg程度, 全硫黄1.2%程度であり本地域の炭層としては炭質上最良のものである。一般炭としては硫黄分がわずかに高めであるが、大きな問題はない。

(5) 炭 量

炭量計算は、V-1, V-7, V-9層についてJISによる計算法を準用し理論炭量を算出した。すなわち、もし採掘するとなれば未選炭として生産する可能性が強いので、炭量計算は特に厚い夾みを除いて山丈を用いて行った。

(a) V-1層

前提条件

計算山丈は炭質頁岩を含め110mとした。

炭質はF<sub>1</sub>(JIS分類)とし、確定区域の確認距離は0~250mに1点の確認点を要し、両翼の計算範囲を125mとした。予想炭量の限界はEastern Blockで海水準下100m, Western Blockで海水準上100mとした。

理論炭量は次に示す。

Seam V-1の理論炭量

(Metric t)

	Proved Reserves	Probable Reserves	Possible Reserves	Total
Eastern Block	355,345	392,681	857,217	1,605,243
Western Block	29,626	98,337	636,181	764,144
Total	384,971	491,018	1,493,398	2,369,387

(b) V-7層

前提条件

計算山丈は輝炭, 炭質頁岩などの合盤を含め100mとした。

Table VI-3 Analysis of Main Coal Seams in Carbon Volio Area

Sample Name	VI		V5		V7		V9		TOLL604(MJ)		TOLL604(LW)	
	TOLL1010	TOLL1915	TOLL0447	TOLL705	MOLZ708	TOLL607	TOLL612	TOLL604(UP)	TOLL604(MJ)	TOLL604(LW)		
1) Proximate Analysis(%)												
Moisture	10.4	9.7	10.9	11.0	11.0	12.9	15.1	10.2	10.2	10.6		
Ash	15.6	11.5	26.8	30.7	24.6	11.3	9.9	8.1	10.3	10.0		
Volatle Matter	38.7	40.5	35.5	33.7	34.8	41.1	40.7	42.9	42.0	41.9		
Fixed Carbon	35.3	38.3	26.8	24.6	29.6	34.7	34.3	38.8	37.5	37.5		
2) Caloric Value(kcal/kg)	4,760	5,440	4,120	3,830	4,540	5,170	5,200	5,670	5,400	5,460		
3) Total Sulfur Content(%)	4.29	2.70	3.50	2.10	2.90	1.56	1.20	1.40	0.50	0.70		
Non-combustible sulfur(%)												
4) Chlorine Content(%)	0.002	0.007	0.002	0.42	0.001	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004		
5) Specific Gravity	1.64	1.50	1.77	1.69	1.68	1.45	1.49					
6) Ultimate Analysis(%)												
Carbon(C)		59.7		43.3	49.6	64.2						
Hydrogen(H)		5.2		4.4	4.6	5.6						
Nitrogen(N)		1.0		0.9	0.9	1.3						
Sulfur(S)		3.1		2.3	3.3	0.9						
Oxygen(O)		18.3		15.0	15.1	18.8						
Ash		12.8		34.4	27.6	9.9						
7) Composition of Ash(%)												
SiO2		35.24		49.94	37.09	25.37						
Al2O3		30.83		30.61	26.21	22.25						
Fe2O3		28.94		10.38	15.42	11.17						
CaO		1.46		2.66	8.10	17.19						
MgO		0.44		1.43	1.43	2.88						
Na2O		0.27		0.35	0.15	0.23						
K2O		0.25		0.53	0.13	0.27						
SO3		1.04		2.46	10.01	18.75						
TiO2		1.23		1.50	1.13	1.35						
P2O5		0.22		0.10	0.19	0.12						
MnO		0.01		0.06	0.07	0.20						
8) Ash Fusion Temperature( C)												
Initial Deformation		1,420		1,470	1,310	1,230						
Hemispherical		1,450		1,490	1,340	1,260						
Fluid		1,480		1,520	1,370	1,290						
9) Free Swelling Index		0		0	0	0						
10) Hard Grove Index		43		52	47	41						
11) Petrographic Analysis												
Maceral Analysis(%)												
Vitrinite		79.5		64.2	65.9	76.0						
Exinite group		4.5		7.0	6.4	8.0						
Sporinite		2.8		5.5	4.3	5.5						
Resinite		1.7		1.5	2.1	2.5						
Inertinite group		7.9		5.6	9.4	10.3						
Micrinite		3.6		1.8	5.3	5.2						
Sclerotinite		2.3		2.9	2.1	2.9						
Fusinite		2.0		0.9	2.0	2.2						
Minerals		8.1		23.2	18.3	5.7						
12) Reflectance of Vitrinite(%)												
Content of V3 type		38		40	37	74						
Content of V4 type		60		60	59	26						
Content of V5 type		2		4	4	0.38						
Maximum Reflectance		0.42		0.41	0.42	0.38						

Figure VI-7 Measured Section of Seam V-1

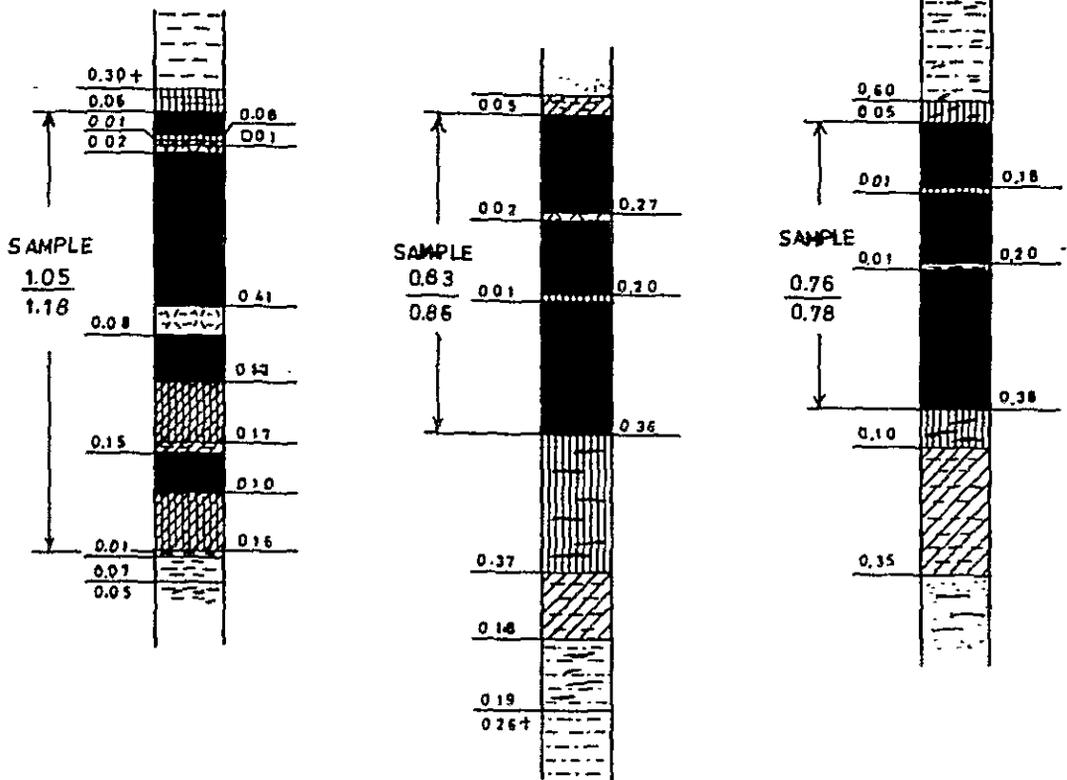
West —

— East

T020447

T011915

T011910



LEGEND

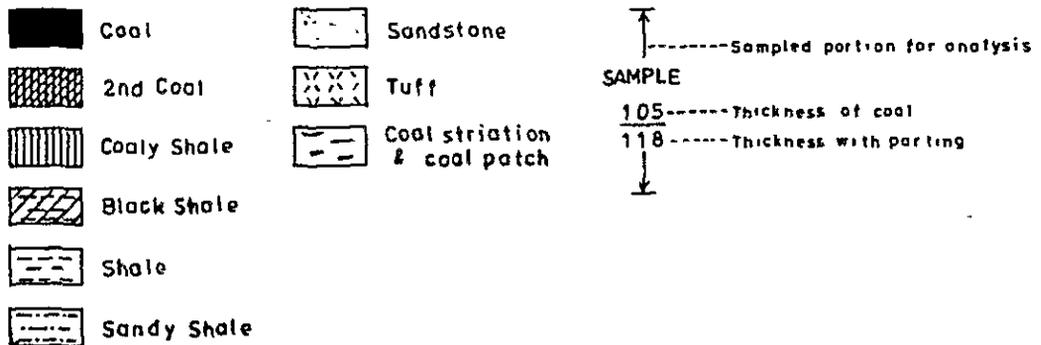
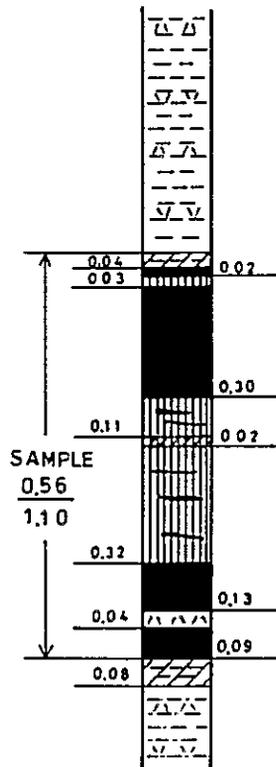


Figure VI-8 Measured Section of Seam V-5

T011705



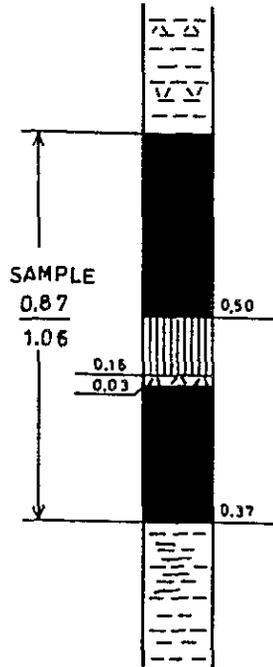
LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  Coal        |  Sandstone                   |
|  2nd Coal    |  Tuff                        |
|  Coaly Shale |  Coal striation & coal patch |
|  Black Shale |   |
|  Shale       |   |
|  Sandy Shale |   |

↑  
-----Sampled portion for analysis  
SAMPLE  
105-----Thickness of coal  
118-----Thickness with parting  
↓

Figure VI-9 Measured Section of Seam V-7

M012708



LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  Coal        |  Sandstone                   |
|  2nd Coal    |  Tuff                        |
|  Coaly Shale |  Coal striation & coal patch |
|  Black Shale |   |
|  Shale       |   |
|  Sandy Shale |   |

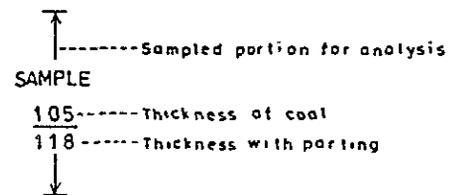
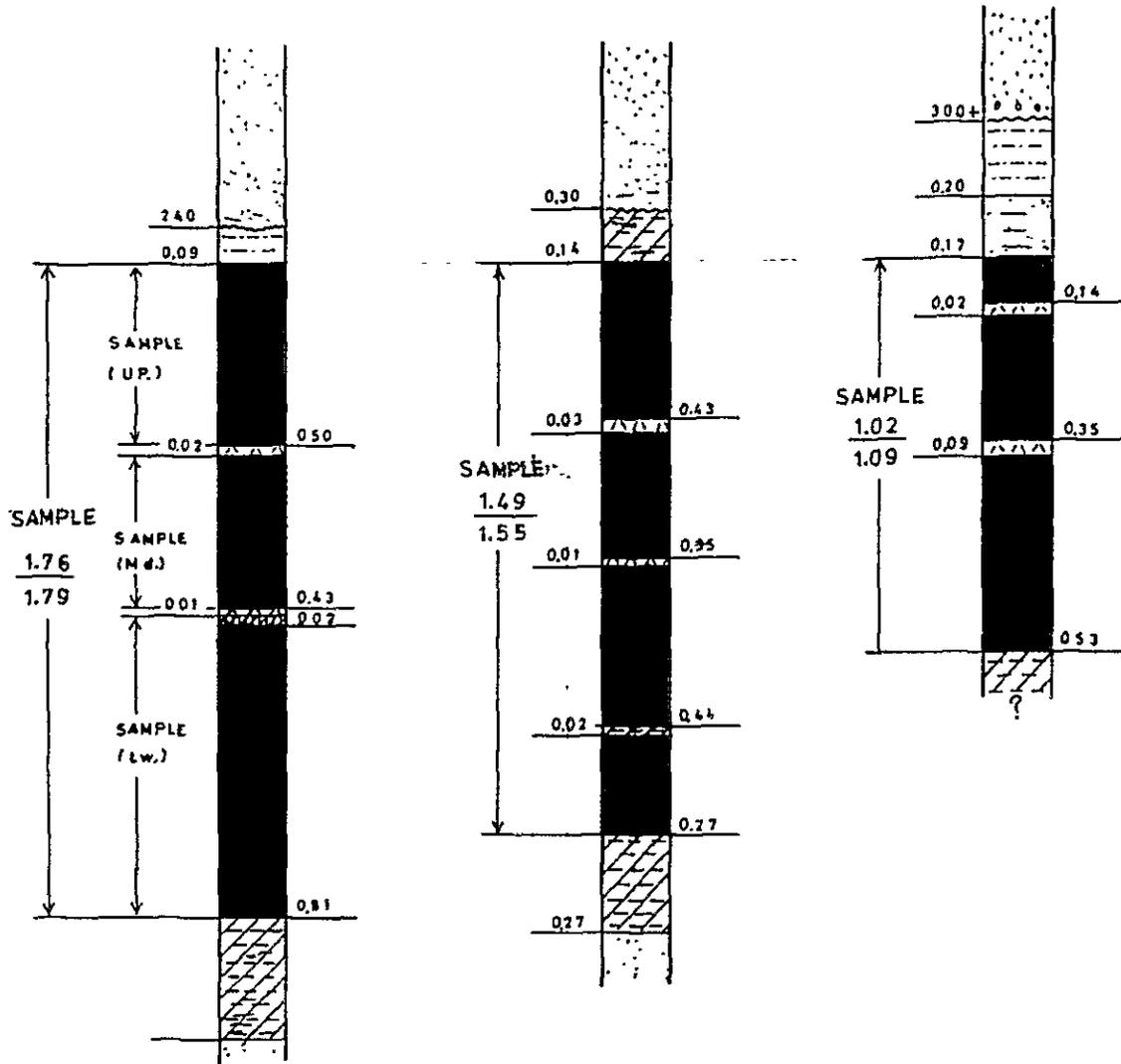


Figure VI-10 Measured Section of Seam V-9

South - T011604

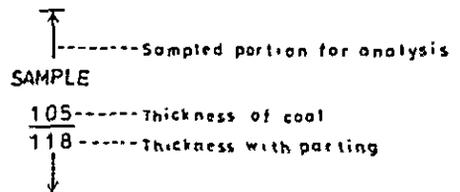
T011607

T011612-North



LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  Coal        |  Sandstone                   |
|  2nd Coal    |  Tuff                        |
|  Coaly Shale |  Coal striation & coal patch |
|  Black Shale |   |
|  Shale       |   |
|  Sandy Shale |   |



炭質はF<sub>1</sub>とし、確定区域の確認距離は0～250 mに1点の確認点を要し、両翼の計算範囲を125 mとした。炭層の薄化が認められたため、計算区域を Eastern BlockとWestern Blockに分離した。

断層、薄化等の不確定要素が多いため、予想炭量は算出しなかった。  
理論炭量は次に示す。

Seam V-7の理論炭量

(Metric t)

	Proved Area	Probable Area	Possible Area	Total
Eastern Block	119,730	119,262	-	238,992
Western Block	101,625	172,500	-	274,125
Total	221,355	291,762	-	513,117

(c) V-9層

前提条件

計算山文は170 mとした。

炭質はEとし、確定区域の確認距離は0～500 mに1点の確認点を要し、両翼の計算範囲を250 mとした。断層に囲まれ、かつ東方への連続はくわしい調査にもかかわらず不明のため、推定、予想炭量は算出しなかった。

理論炭量は次に示す。

Seam V-9の理論炭量

(Metric t)

	Proved Area	Probable Area	Possible Area	Total
Eastern Block	611,681	-	-	611,681
Western Block	608,890	-	-	608,890
Total	1,220,571	-	-	1,220,571

### 3-4 Sand Box 区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層、Gatún 層下部夾炭部層 および同中部細粒岩相部層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-11 に示した。

Uscari 層は、塊状灰～暗灰色を呈するシルト岩～極細粒砂岩からなり、多くの海棲貝化石を顕著に含み、部分的に石灰質の砂質部が発達する。

本層の層厚は、確認された露頭の分布から 390 m 以上はある。

Gatún 層下部夾炭部層は、他区域と同様な岩相から構成されているが、下部では硬砂岩が比較的良好に発達し、河川部では急峻な谷地形を形成している。また主炭層賦存帯においては、塊状細～粗粒砂岩層が、炭層直上でよく発達して沢部では滝を形成しているのがしばしば認められた。この典型的な例は、Sand Box 川西支流奥で観察される。ここでは、約 80 m の高度差を有する急斜面上に形成された沢に 7 枚の炭層露頭が見られ、各々の炭層直上の砂岩層がリズムカルに滝を形成している。その概略断面スケッチを Figure VI-12 に示す。

Gatún 層中部細粒岩相部層は、層厚 40 m + の塊状細粒砂岩からなるが、露頭が少なく詳細は不明である。

本区域の詳細な地質柱状図は付図 6-4 に示した。

#### (2) 地質構造

本区域は、地質構造上 Sand Box 向斜の南翼部に位置し、西部では Volio 区域の EW 走向 N 傾斜の構造を引き継ぎ漸移的に走向を変え、東部では Carbón Uno 区域東部の NS 走向 W 傾斜の構造へと連続している。地層傾斜は 15～20° 位で、全域を通して安定している。地層の走向傾斜の移り方が漸移的であることと、Gatún 層下部夾炭部層の連続性に矛盾がないことから、本区域には顕著な構造性の断層はないものと思われる。

#### (3) 炭層

本区域に賦存する炭層は、薄層を含めて 20 枚近くある。しかし、以下に示す理由により、本区域における石炭開発の可能性は、現時点では否定的である。

(a) 炭層の枚数は多いが、炭丈 1 m 以上の炭層は 2 枚のみである。他は全て 1 m 以下でその中 70 cm 以下の薄層がほとんどである。

(b) 炭丈 1 m 以上の 2 炭層は、確認露頭数が 1～2 カ所と極めて少なく、かつ露頭間隔が大きい (1 km 以上) ことから炭層賦存に関する地質的確実度が低い。

Figure VI-11. General Stratigraphic Columnar Section  
of  
Sand Box Area

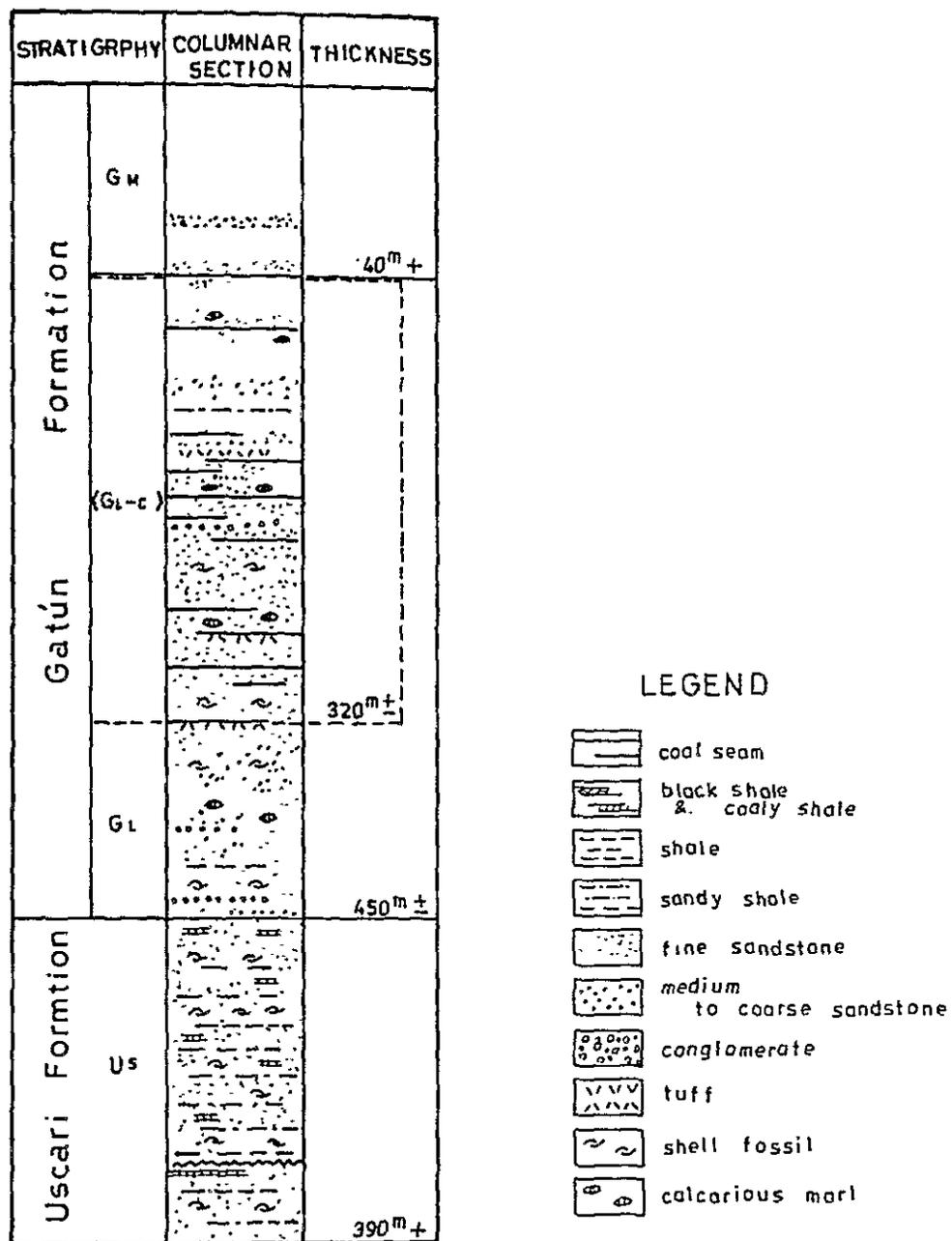
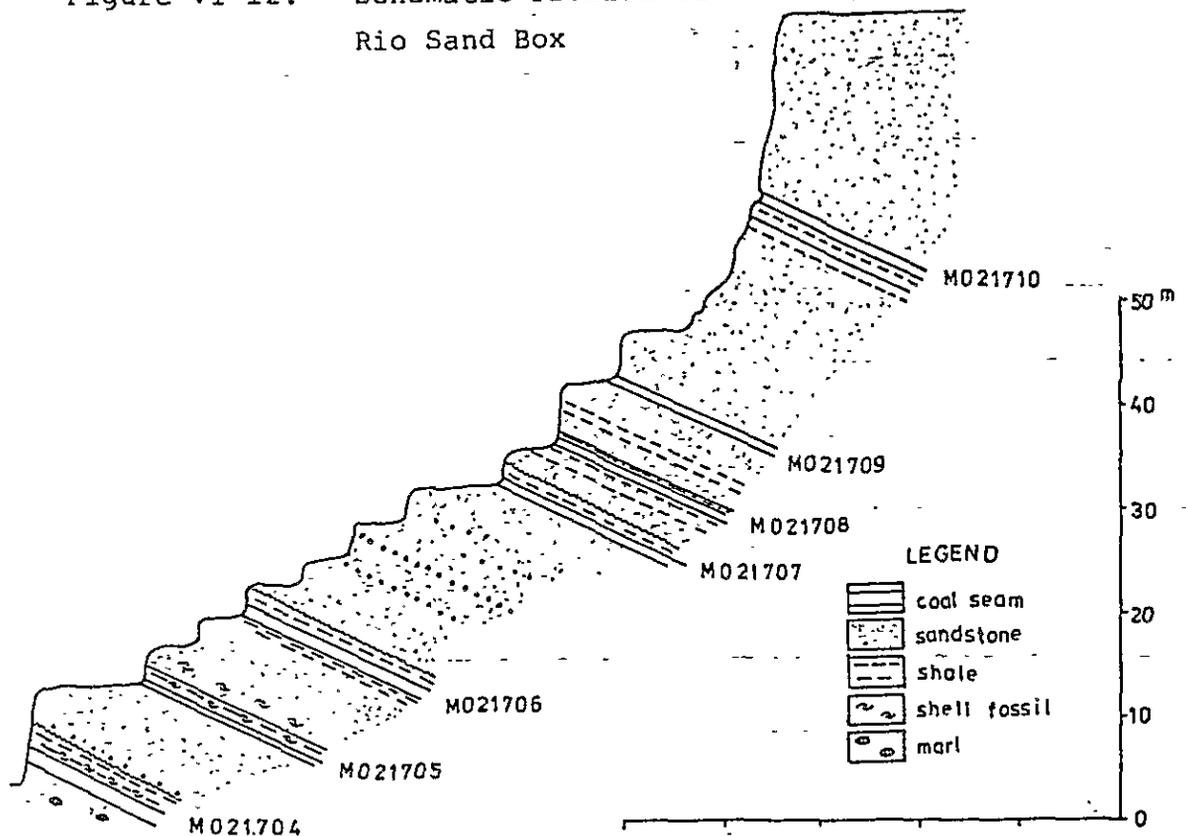


Figure VI-12. Schematic Profile of Cliff Upriver  
Rio Sand Box



(c) 炭丈が70 m以上あり、合盤も少なく炭質の良い炭層が数枚認められるが、いずれも単独露頭であるか、直天盤に砂岩が発達し削剥の証拠が認められることから、これらも前項(b)と同様に、炭層賦存に関する地質的確実度が低い。

なお、以上に述べた否定的な見解の中、(b)と(c)項については、今後の調査により炭層に関する地質情報が増えれば将来開発の可能性を検討する段階に進め得る可能性は残っている。

#### (4) 炭 質

本区域の炭層の中、代表的な炭質を示すと思われる炭層(山炭丈とも0.73 m)について炭質分析を行ったところ、灰分25.1%、発熱量4230 Kcal/Kgの値を得た。この炭層は挟みを含まない炭層であるにも関わらず、他区域の炭質分析値に比べると、灰分が多く発熱量が低い値となっている。この結果が地域差による炭質の違いを反映しているかどうかは、分析試料数が少ないので現在のところ判断できない。

### 3-5 Carbón Uno 区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層, Gatún 層下部夾炭部層 および同中部細粒岩相部層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-13 に示した。

Uscari 層は、他の区域と同様、海棲貝化石石灰質ノジュールを含む塊状灰色細粒砂岩よりなり一部中粒砂岩が挟在する。層厚は 250 m 以上である。

Gatún 層下部夾炭部層は、主として灰色細粒砂岩からなり 8 枚の炭層を挟む。各炭層間に発達する細粒砂岩は、海棲貝化石、石灰質ノジュールを含み、くり返し生じた海水の侵入を示す。層厚は上位中部細粒岩相部層が非整合的に本部層を覆っているため、170 m ~ 270 m と変化に富む。

中部細粒岩相部層は、主として灰色細粒~極細粒砂岩からなり、全層に海棲貝化石、石灰質ノジュールを含む。下位夾炭部層との関係が非整合的であることから、本層堆積時に下位層への削剝又はバリアーの存在が推定される。層厚は約 300 m である。本区域の詳細な地質柱状図は付図 6-5 に示した。

#### (2) 地質構造

本区域は地質構造上、Sand Box 区域と一連の向斜構造の北翼に位置し、地層は NW-SE 走向、15 SW 傾斜で安定した構造を示す。また、この区域は、Hone Creek 付近に NW-SE 方向の軸を有する背斜構造の南西翼部にもあたり、構造的に Fila Carbón Cahuita 区域南端部に連続している。この背斜構造は地層傾斜から見て非対称背斜構造を呈していると判断される。

#### (3) 炭 層

本区域では、山丈 1 m 以下の炭層が 8 枚みられ、これらの追跡により地質構造を把握することができた。

炭層は、Carbón Uno 沢を境に西部区域で U-1, U-2 層が発達し、東部区域に U-4, U-5, U-6, U-7, U-8 の諸炭層が発達する。また、U-3 層は、全区域に山丈 0.9 m 程度で層厚の変化もなく広く発達する。

炭量計算可能な層厚をもつものは、U-3 層、U-6 層のみで他の炭層は山丈 0.5~0.2 m 程度の薄炭層である。

##### (a) U-3 層

本炭層は Quebrada Carbón 沢沿いに走向距離 2 km にわたり、Carbón Uno 沢

付近に小断層がみられるものの安定して賦存している。

この炭層は山丈 0.9 m, 炭丈 0.8 m 程度で安定した層厚を示し, メナシ状輝炭, 粗悪炭および炭質頁岩などからなる。上盤から 20 cm, 下位に 2 cm 厚の凝灰質シルト岩が挟在し, これは, 炭層対比上層厚と共に有効であった。上下盤は多くの場合, 現生表上が厚く不明であるが確認できた所では灰色シルト岩である。

(b) U-6 層

本炭層は本区域, Carbon Uno 沢東側に走向距離 1 km にわたり分布するが, 西側区域では詳細な炭層追跡にも拘わらず堆積がみられない。

炭層は山丈 0.9 m, 炭丈 0.75 m 程度で安定した層厚を示し, 上部はメナシ状輝炭であるが, 下部 15 cm は炭質頁岩あるいは黒色頁岩からなる。本層の上下盤は主として灰白色細粒砂岩からなる。

(4) 炭 質

炭質分析は U-3, U-6 層にて行われた。分析結果を Table VI-2 に示し, 試料採取個所の炭柱図を Figure VI-14, 15 に示す。

(a) U-3 層

水分 14 %, 灰分 111 ~ 136 %, 発熱量 5,000 Kcal/Kg, 全硫黄 1 % 前後を示し, 2 個のサンプルによる結果であるが, 発熱量は安定しているものと思われる。

(b) U-6 層

水分 14 %, 灰分 18 %, 発熱量 4,800 Kcal/Kg 前後を示す。全硫黄に 260 ~ 413 % とバラツキがみられるが, これは柱状対比図 (付図 6-5) に示されるように, 西部で上位の海成部層の堆積による海水の影響で全硫黄の値に変化が生じたものと判断される。

(5) 炭 量

炭量計算は U-3, U-6 層について J I S による計算法を準用し理論炭量を算出した。すなわち, もし採掘するならば未選炭として生産する可能性が強いので炭量計算は特に厚い狭みを除いて山丈を用いて行った。

(a) U-3 層

前提条件

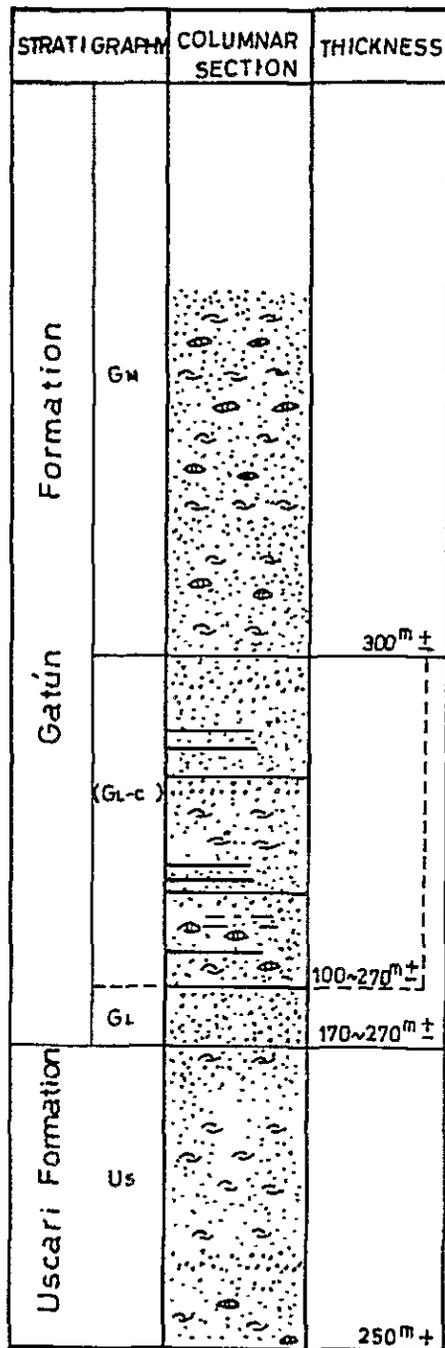
計算山丈は炭質頁岩を含め, 0.80 m とした。

Table VI-4

Analysis of Main Coal Seams in Carbon Uno Area

Seam Name	U3		U6	
Sample Name	T062110	T062012	T061711	T061915
1) Proximate Analysis(%)				
Moisture	14.0	13.8	13.6	14.0
Ash	13.6	11.1	17.5	18.9
Volatile Matter	38.9	39.4	39.0	41.2
Fixed Carbon	33.5	35.7	29.9	25.9
2) Calorific Value(kcal/kg) (BTU/lb)	4,950	5,070	4,680	4,870
3) Total Sulfur Content(%)	1.56	0.72	4.13	2.60
Non-Combustible Sulfur(%)				
4) Chlorine Content(%)	0.00	0.00	0.01	0.01
5) Specific Gravity	1.49	1.53	1.61	1.55
6) Ultimate Analysis(%)				
Carbon(C)		61.7		57.1
Hydrogen(H)		5.1		5.2
Nitrogen(N)		1.1		1.0
Sulfur(S)		0.7		2.7
Oxygen(O)		14.1		18.3
Ash		12.9		22.1
7) Composition of Ash(%)				
SiO <sub>2</sub>		27.99		23.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16.83		12.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		15.73		9.77
CaO		17.74		20.38
MgO		3.40		3.97
Na <sub>2</sub> O		0.66		0.51
K <sub>2</sub> O		0.51		0.35
SO <sub>3</sub>		14.29		27.66
TiO <sub>2</sub>		0.78		0.94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.14		0.10
MnO		1.87		0.13
8) Ash Fusion Temperature( C)				
Initial Deformation		1,180		1,190
Hemispherical		1,200		1,210
Fluid		1,220		1,230

Figure VI-13. General Stratigraphic Columnar Section  
of  
Carbón Uno Area



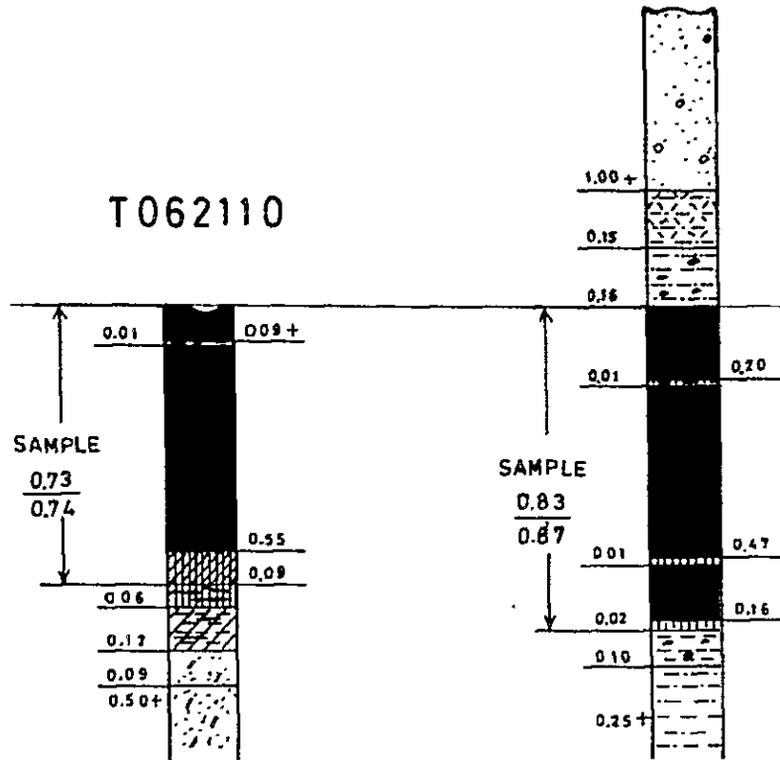
LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

Figure VI-14 Measured Section of Seam U-3

West —

T062012 — East



LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  Coal        |  Sandstone                   |
|  2nd Coal    |  Tuff                        |
|  Coaly Shale |  Coal striation & coal patch |
|  Black Shale |   |
|  Shale       |   |
|  Sandy Shal  |   |

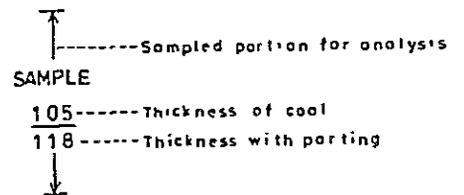
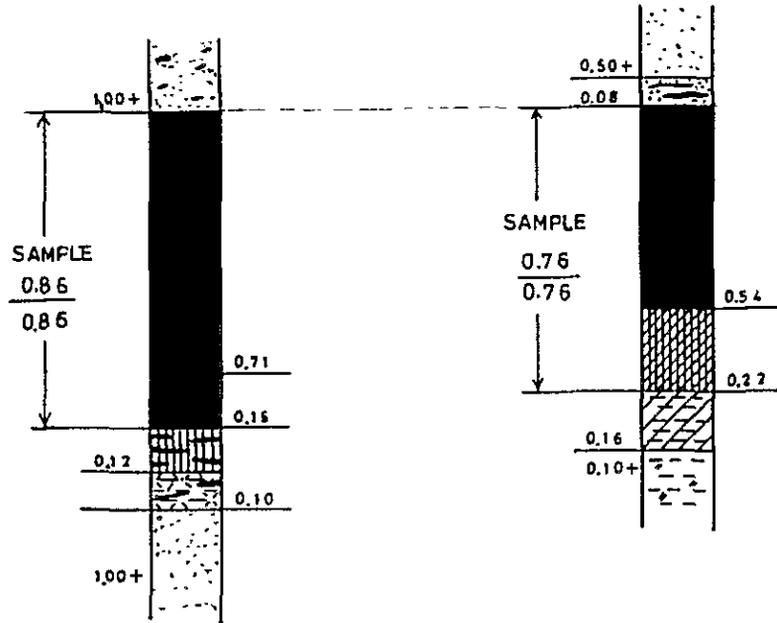


Figure VI-15 Measured Section of Seam U-6

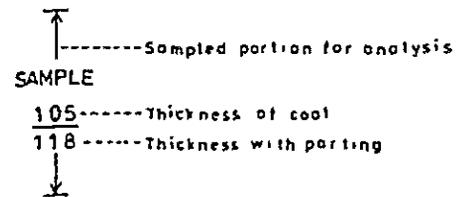
West — T061711

T061915 — East



LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  Coal        |  Sandstone                   |
|  2nd Coal    |  Tuff                        |
|  Coaly Shale |  Cool striation & cool patch |
|  Black Shale |   |
|  Shale       |   |
|  Sandy Shal  |   |



炭質は  $F_1$  とし、確定区域の確認距離は 0 ~ 190 m に 1 点の確認点を要し、両翼の計算範囲は 95 m とした。予想炭量の限界は、東部区域である D・E Block で海水準、西部区域である F・G・H Block で海水準上 50 m とした。

理論炭量は次に示す。

Seam U-3 の理論炭量

(Metric t)

	Proved Reserves	Probable Reserves	Possible Reserves	Total
理論炭量	133,028	327,656	1,121,970	1,582,654

(b) U-6 層

前提条件

計算山丈は粗悪炭を含め 0.75 m とした。

炭質は  $F_1$  とし、確定区域の確認距離は 0 ~ 190 m に 1 点の確認点を要し、両翼の計算範囲は 95 m とした。予想炭量の限界は、東部区域である D・E Block で海水準、西部区域である F・G・H Block で海水準上 50 m とした。

理論炭量は次に示す。

Seam U-6 の理論炭量

(Metric t)

	Proved Area	Probable Area	Possible Area	Total
理論炭量	52,603	170,949	353,926	577,478

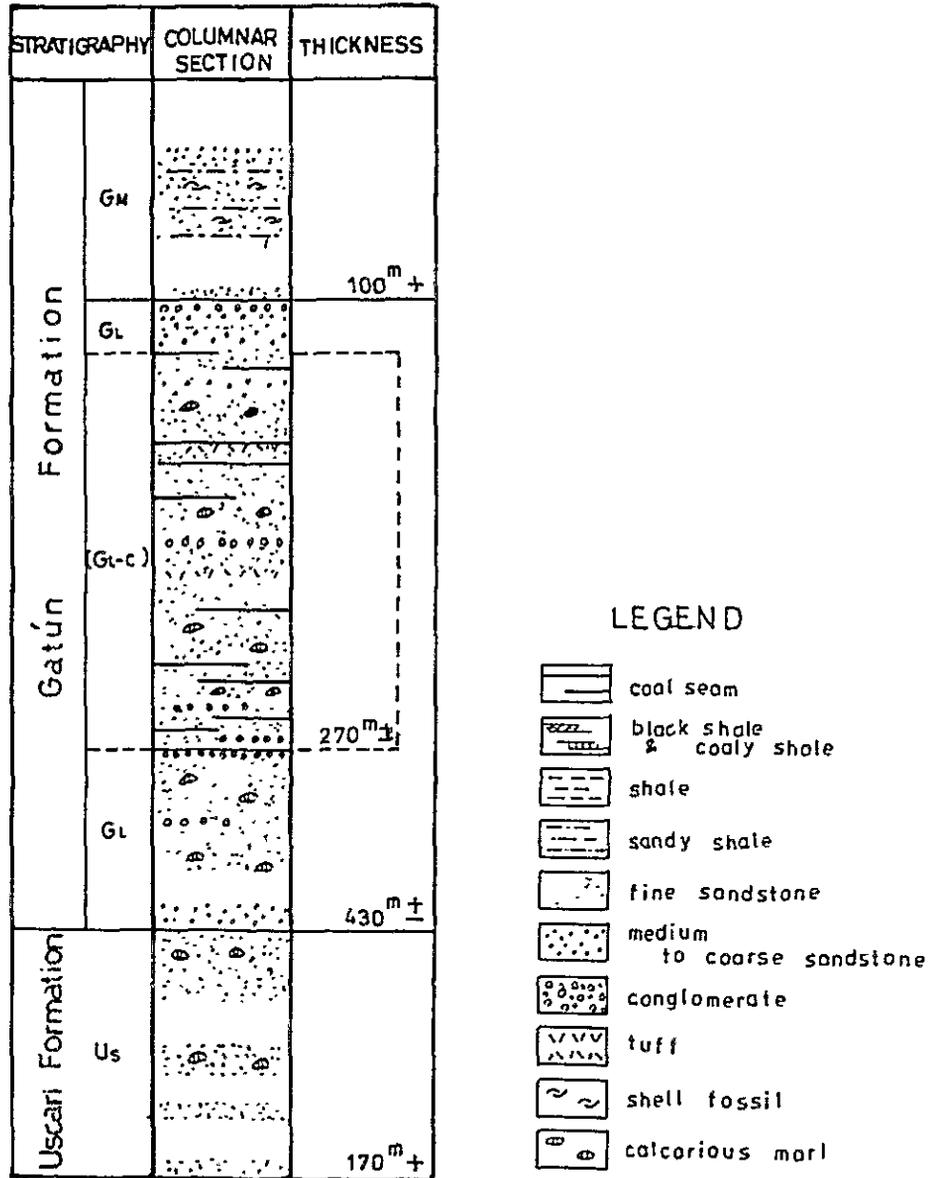
3-6 Carbón Dos 区域

(1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層、Gatún 層下部夾炭部層および同中部細粒岩相部層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-16 に示した。

Uscari 層は、塊状灰色細粒砂岩からなり、団球~レンズ状の炭酸塩岩を含むが、海棲貝化石は見られなかった。本層は断層に境されてブロック状に分布し、広く連続して

Figure VI-16. General Stratigraphic Columnar Section  
of  
Carbón Dos Area



見られない。層厚は170 m以上である。

Gatún 層下部夾炭部層は、他区域と同様に瀕海堆積相を示す岩相から構成されており、石炭および炭質岩が挟在する露頭は多く認められる。本部層の層厚は約430 mで、主炭層賦存帯は約270 mである。Gatún 層中部細粒岩相部層は、海棲貝化石を含む塊状細粒砂岩～シルト質砂岩からなり、その層厚は100 m以上である。炭層の対比によって層序が明らかとなった地区における地質対比柱状図を付図6-6a, 6bに示した。

## (2) 地質構造

本区域に分布する地層は、大局的にはNW～W走向でNE～N傾斜の構造を示している。しかし、数10 mから200 m離れた露頭での走向・傾斜が著しく異なっていたり、同一岩相の中断などの現象がしばしば認められ、地層は多くの断層によって細ブロック化された複雑な地質構造を呈している。さらに有効な鍵層が少ないこと、また岩相の側方変化が著しいというGatún 層の一般的特徴も加わって、複雑な地質構造はブロック相互の層序的関係の解明を一層困難なものとしている。

本区域に見られる断層の中、連続してその存在が推定され、かつ構造に大きく関与しているものに、Volio II断層とCarbón Dos断層がある。Volio II断層は本区域の東から南に、ほぼVolio I断層と平行して円弧状に延び、東西両端ではVolio I断層に集約しているような形態を示している。本断層によって、大局的にはNE方向、すなわちHone Creek向斜に向かって傾斜する地層が繰り返して分布していることから、本断層は、Volio I断層と同じ性状を有し、Volio I断層から派生的に生じた断層のように思われる。Carbón Dos断層は、本区域の北をほぼHone Creek向斜軸に平行して延び、本区域の中でも地質構造の安定した北部と、複雑ブロック化した中・南部とを分けている。これら2断層は、地層の分布、構造的な不連続などから総合的に推定した断層であって、野外では断層露頭を確認していない。

## (3) 炭層

本区域には炭丈1 m以上を有する炭層の露頭が10カ所以上認められるが、前記地質構造の項で述べたように、複雑にブロック化した構造中に賦存しているため、炭層の連続性が極めて悪い。従って、連続して分布する炭層の賦存部分は非常に小さく、稼行対象としては評価し難い。

### 3-7 Carbón Tres 区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層、Gatún 層下部夾炭部層、中部細粒岩相部層および上部粗粒岩相部層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-17 に示した。

Uscari 層は、塊状灰色極細粒砂岩からなり、海棲貝化石と団球～レンズ状を呈する石灰質ノジュールを多く含んでいる。層厚は 330 m 以上を有する。

Gatún 層下部夾炭部層は、他区域のそれと同様な岩相を示し、主として灰～青灰色の細～粗粒砂岩からなり、礫岩、凝灰質岩、シルト岩などを伴ない、石炭、炭質頁岩および黒色頁岩の薄層を挟んでいる。塊状細～中粒砂岩中には、海棲貝化石と団球～レンズ状を呈する石灰質ノジュールが認められる。本部層の層厚は約 300 m を有し、その中炭層賦存帯の厚さは約 110 m である。

Gatún 層中部細粒岩相部層は、主として灰色細粒砂岩からなり、中～粗粒砂岩、シルト岩などを部分的に伴っている。細粒砂岩中には、海棲貝化石と石灰質ノジュールが多く認められる。本部層の層厚は約 620 m を有する。

Gatún 層上部粗粒岩相部層は、Hone Creek 主流部付近に分布し、主として細～粗粒砂岩、礫岩などからなり、炭層は認められないが黒色頁岩の薄層や炭質物を含むシルト岩などを伴なう。海棲貝化石や石灰質ノジュールを含む砂岩が部分的にみられるが、全体的に淡水～汽小性の要素が強い堆積相を示している。本部層の層厚は 340 m 以上を有する。本区域の詳細な地質柱状図は付図 6-7 に示した。

#### (2) 地質構造

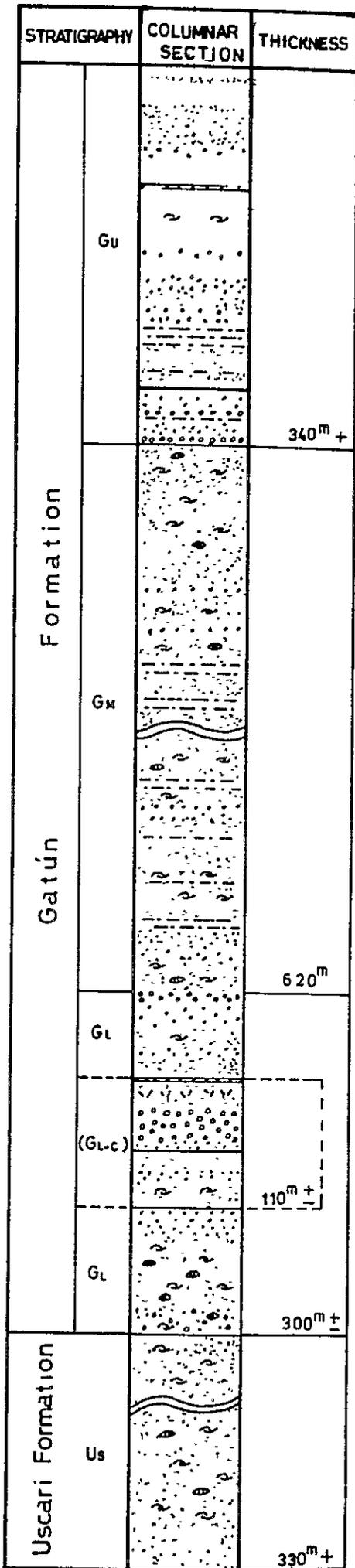
本区域は、Hone Creek 断層と Carbón Dos 断層によってそれぞれ北の Cañagira 区域、南の Carbón Dos 区域と境されているが、全域的な地質構造上では Hone Creek 向斜構造の南翼部に位置している。地層は NW 走向で NE 方向に  $30 \sim 60^{\circ}$  傾斜している。区域内には顕著な断層、褶曲は認められず、安定した構造を示している。

#### (3) 炭 層

本区域の Gatún 層下部夾炭部層の炭層賦存帯は約 110 m の層厚を有しているが、炭層の発達是非常に貧弱で、炭質頁岩と黒色頁岩の薄層が数枚と、Hone Creek の南支流にて 50 cm 以下の炭丈を有する炭層露頭がわずかに 2 箇所認められるだけである。本区域に分布する Gatún 層下部夾炭部層は、全般的に礫岩、粗粒砂岩などからなる粗粒岩相が卓越し、さらに海成相もよく発達している。これらは炭層の発達には好ましからざる堆積

Figure VI-17.

General Stratigraphic  
Columnar Section of  
Carbón Tres Area



LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

環境下で本部層が形成されたことを示唆している。この傾向は、北方 Rio Tuba 区域と東方 Fila Carbón Cahuita 区域でさらに顕著となっている。炭質に関しては、炭質分析を行っていないが、野外で見える限りにおいては他区域の炭質と同様である。

Gatún 層上部粗粒岩部層中には、本区域に限って 2 枚の黒色頁岩の薄層が挟在し、岩相的に下部夾炭部層と似た層相を示すが、炭層は全く認められなかった。

### 3-8 Rio Tuba 区域

#### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は、下位から Uscari 層、Gatún 層下部夾炭部層、中部細粒岩相部層、上部粗粒岩相部層および Suretka 層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-18 に示した。

Uscari 層は、塊状灰色極細粒砂岩と灰～暗灰色シルト岩からなり、海棲貝化石と団球～レズ状を呈する石灰質ノジュールを多く含んでいる。層厚は 540 m 以上を有する。

Gatún 層下部夾炭部層は、灰～青灰色の中～粗粒砂岩を主とし、礫岩、細粒砂岩、シルト岩などおよび一部石炭を伴う。本部層の上部には一部で大礫を含む礫岩が厚く発達しているところが認められた。本部層の細～中粒砂岩中には、他区域に比べて量的に少ないが海棲貝化石と石灰質ノジュールが含まれている。本部層の層厚は約 330 m を有する。

Gatún 層中部細粒岩相部層は、灰～青灰色の細粒砂岩を主とし、中粒砂岩、シルト岩を伴う。砂岩中には海棲貝化石と石灰質ノジュールが含まれている。層厚は約 400 m である。

Gatún 層上部粗粒岩相部層は、灰色粗粒砂岩を主とし、礫岩、礫質砂岩、細～中粒砂岩を伴う。細～中粒砂岩は、まれに海棲貝化石と石灰質ノジュールを伴うことがある。Carbón Tres 区域では、本部層中に黒色頁岩の薄層がみられたが、本区域では全く認められなかった。

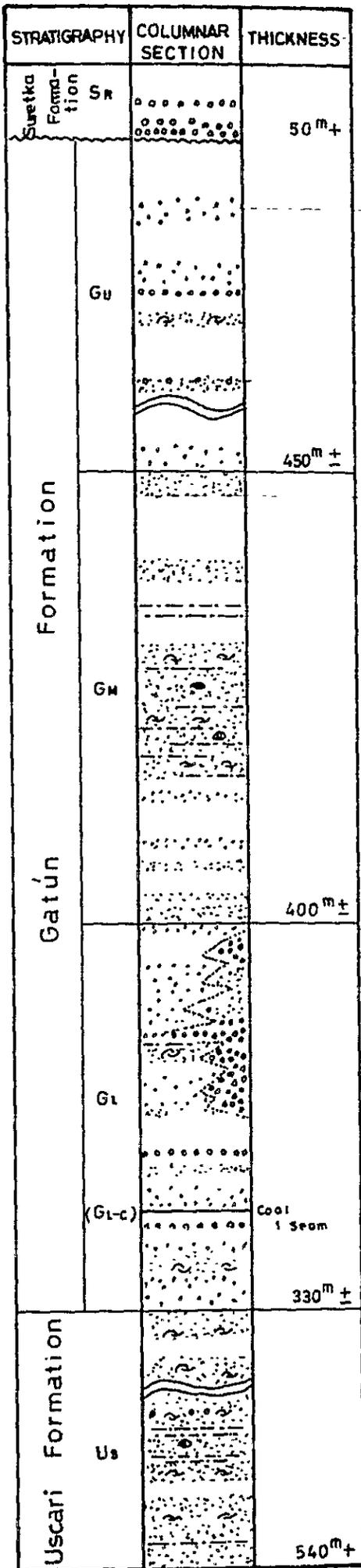
Suretka 層は、主として固結の悪い礫岩からなり、本区域においては Gatún 層の各部層と直接接して分布している形態を示している。本区域の地質柱状図は付図 6-8 に示した。

#### (2) 地質構造

本区域は、地質構造上 Hone Creek 向斜構造の向斜部および北翼部に位置し、地層は向斜軸付近では EW 走向 N 傾斜から漸移的に走向を NS 方向に転じて、向斜の北翼部では NE 走向 SE 傾斜の構造を示している。本区域で最も大きな断層は、Carbón Tres 区域から延びる Hone Creek 断層である。この断層は Hone Creek 西支流付近の地層

Figure VI-18.

General Stratigraphic  
Columnar Section of  
Rio Tuba Area



LEGEND

- coal seam
- black shale & coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl

直立部と Rio Tuba 上流付近の向斜部とを境している。他に数本の断層が Gatún 層各部層の不連続な分布から推定されるが、全体的には、安定した地質構造を呈している。

### (3) 炭 層

本区域にみられる炭層は、Rio Tuba 支流の山丈 040 m、炭丈 017 m (炭層露頭番号 M 070401) の薄層 1 層のみである。炭層を挟む下部夾炭部層は、粗粒砂岩、礫岩などの粗粒岩相が卓越し、かつ露頭状況が非常に良好であるにもかかわらず炭層は上記 1 層以外には全く認められないことから、石炭鉱床としての価値を全く有しないと判断される。

## 3-9 Fila Carbón Cahuita 区域

### (1) 地質層序

本区域でみられる地層は下位から Uscari 層、Gatún 層下部夾岩部層および Suretka 層である。本区域の模式柱状図を Figure VI-19 に示した。

Uscari 層は、主として灰色細粒砂岩、極細粒砂岩、砂質シルト岩からなり、全層に海棲貝化石、石灰質ノジュールを含むが、石灰質堅固な砂岩の卓越する部分では、地形的に高まりのある峰が形成されている。層厚は、1,300 m 以上である。

Gatún 層下部夾岩部層は、主として灰色細粒砂岩からなり、最下部に礫混じり中粒砂岩がみられるものの一般には海水の侵入による影響が強く、炭層の発達はきわめて悪い。

炭層は、最下部と最上部に一部の区域で炭質頁岩、黒色頁岩などの炭質岩が数枚みられるが、側方へは海棲貝化石、石灰質ノジュールを含む細粒砂岩に移化しこの炭田の限界区域と判断される。層厚は約 320 m である。

Suretka 層は、厚い第四紀堆積物の被覆のため連続した露頭はつかめず、賦存状況、岩質のデータは十分ではないが、主として軟質ルーズな砂岩層、安山岩の中礫を含むルーズな粗粒砂岩からなり、礫の円磨度は良い。層厚は不明である。

### (2) 地質構造

本区域は、Hone Creek 向斜の北翼に位置し、Fila Carbón 山地の方向性と一致した N 50° W、45 ~ 55° SW の走向傾斜をもつ地層が単斜構造をなし安定して分布する。

### (3) 炭 層

Comadre から Hone Creek に至る道路上およびその周辺で数枚の炭質頁岩と黒色頁岩がみられるが、炭層は全く認められず、本区域の石炭鉱床としての価値は全くない。

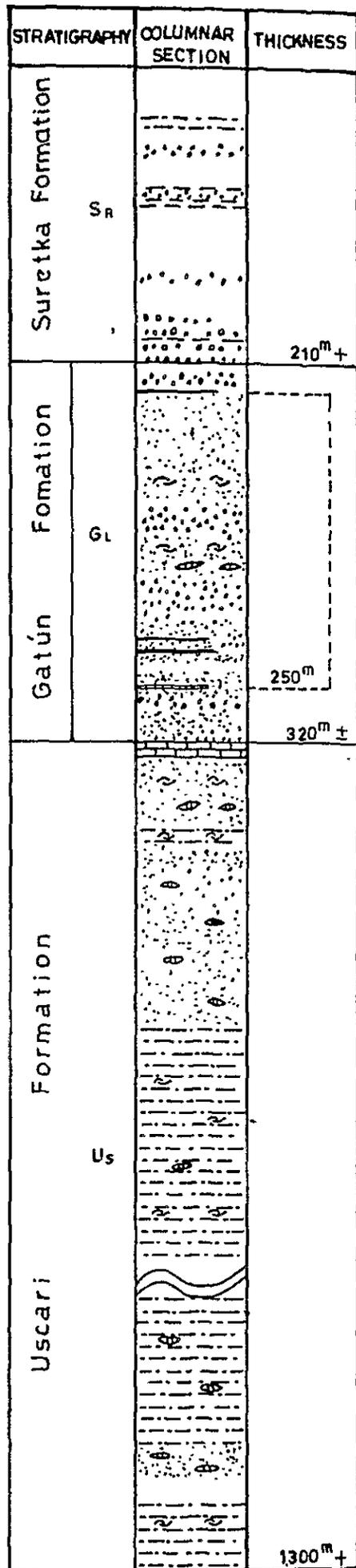


Figure VI-19.

General Stratigraphic  
Columnar Section of  
Fila Carbón Cahuita Area

LEGEND

- coal seam
- black shale
- \* coaly shale
- shale
- sandy shale
- fine sandstone
- medium to coarse sandstone
- conglomerate
- tuff
- shell fossil
- calcareous marl
- limestone

### 3-10 Cañagira 区域

本区域は、Carbón Dos 区域、Carbón Tres 区域、Rio Tuba 区域および Fila Carbón Cahuita 区域に囲まれた地区に位置している。地質構造的には Hone Creek 向斜部にあつて、Suretka 層のみが地表に分布し、Gatún 層以下の地層は分布していない。

Suretka 層は、主として礫岩からなり固結度の低い砂岩、シルト岩、凝灰質岩などを不規則に挟んでいる。礫岩は、最大礫径 1.5 m、平均礫径 4~10 cm で亜円から円形を呈する。ほとんど安山岩質火成岩の礫から構成され、河床など常に侵蝕状態にあるところでは基質との固結度が高いが、風化部では著しく固結度が低く容易に礫と基質とを分離することが出来る。本層が広く分布する本区域が、周囲の Gatún 層からなる山地部に囲まれて、一種の盆地状地形を呈しているのは、前述した Suretka 層の風化に対する抵抗力の弱さを反映したものと推定される。本層中には Gatún 層の炭層に由来したと思われる石炭片が認められるが、炭層の存在は全く認められなかった。