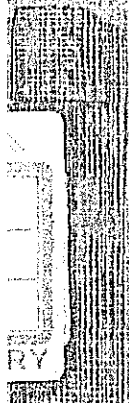


ブラジル連邦共和国
鉍物資源開発計画調査報告書

昭和45年7月

海外技術協力事業団



JICA LIBRARY



1025101[5]

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 19	703
登録No.	00925	66.1
		KE

は し が き

日本政府はブラジル国政府の要請に基き、昭和44年度予算をもって、同国鋼物資源開発計画に関する基礎調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

事業団は同調査の重要性に鑑み、その効率的実施を期して浜地忠男氏（金属鉍物探鉍促進事業団調査部長）を団長とし6名の専門家からなる調査団を編成した。

調査団は2月16日に東京を出発し約40日間現地調査を行なつた。現地調査は非鉄班及び粘結炭班に分れてそれぞれゴイアス州ニケランジア地域及びリオ・トカンチンス上流域を中心に行ない両地域の鉍物資源の開発方針の検討を行なつた。現地における調査はブラジル国政府関係者の格別の支援により円滑に行なわれここに調査報告書提出の運びとなつた。

本調査報告書がブラジル国の鉍物資源開発事業の推進に役立つと同時に両国の友好報告と経済の交流に寄与することを願つてやまない。

終りに本調査の実施に当り御支援いただいたブラジル国政府関係者に対し、また調査団団員各位、現地日本大使館関係者の方々ならびに調査団の派遣に御協力をいただいた通産省、外務省、金属鉍物探鉍促進事業団、海外鉍物資源開発株式会社、海外原料炭開発株式会社等関係機関に対しこの機会に厚くお礼申し上げる。

1970年7月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

目 次

I 序 文	1
1. 調査団派遣の経緯および目的	1
2. 調査団の編成	2
3. 調査行程 (第1図)	2
4. 謝 辞	4
II 地理概観	10
1. 位置・面積・人口	10
2. 気 候	10
3. 住 民 等	10
4. 交通・運搬	10
III 現在の国情	12
1. 政治・政情	12
2. 財政・経済	12
(1) 財政収支	12
(2) 為替・物価	12
3. 産 業	13
(1) 農 業	13
(2) 林 業	13
(3) 水 産 業	13
(4) 畜 産 業	14
(5) 工 業	14
(6) 貿 易	14
IV 鉱 業	15
1. 概 要	15
(1) 石 油	16
(2) 石 炭	17
(3) 鉄 鉱	17
(4) マンガン鉱	18
(5) 銅 鉱	18

(6) 鉛・亜鉛鉱	19
(7) ニッケル鉱	19
(8) クロム鉱	19
(9) ウランおよびトリウム鉱	19
(10) その他	20
2. 行政	20
3. 政策	21
4. 外国の援助	22
V 地質	24
1. 概要 Fig 2, Fig 3	24
2. 先カンブリア紀	25
3. 古生代	26
(1) カンブリア-オルドビス紀	26
(2) シルル-デボン紀	26
(3) 石炭-二畳紀	27
4. 中生代	27
5. 第三紀	28
6. 第四紀	28
7. 火成岩類	28
VI Goia's 州の地質および鉱床	29
1. 地質 Fig 4 Fig 5	29
2. 鉱床 Fig 6 (Niquelandia 地域)	31
VII 石炭資源の調査	44
1. 原料炭の位置づけ	44
(1) 出炭	44
(2) Barro Branco 層	46
(3) CPCAN	46
2. 炭田と堆積盆	47
(1) Parana 堆積盆	47
(2) Parnaiba 堆積盆 Fig 7	47
(3) Amazon 堆積盆	48

3.	ブラジル北部の炭徴地	49
(1)	Amazon 河最上流	50
(2)	Xingu 河流域 Fig. 8.	50
(3)	Tocantins 河流域 Fig.9. Fig.10.	53
(4)	Piaui 州の Teresina 付近 Fig.11.	56
VIII	結 論	60
1.	Goia's 州北部地域の基礎調査について	60
(1)	鉱床賦存の可能性について	60
(2)	開発の可能性について	61
(3)	基礎調査について	61
2.	Carolina および Teresina 付近の石炭賦存の可能性 ...	61
(1)	Carolina 地区	61
(2)	Teresina 地区	62
(3)	開発に対する検討	63
K	文 献	64

Figures

- 1 Index map of visited places in Brazil
- 2 South American geotectonic unit
- 3 Geological map of Brazil
- 4 Geological map of Goiás State
- 5 Map showing occurrences of basic and/or ultrabasic masses, nickel, chrome and asbestos in Goiás State
- 6 Schematic geological map of the Niquelândia area, Goiás
- 7 Geological map of Parnaíba coal basin
- 8 Geological map of coal project in Rio Fresco area
- 9 Map showing geology and drilling points in the Rio Tocantins Coal Project area
- 10 Correlation of stratigraphic sections of Permo-Carboniferous deposits in the Carolina and Teresina coal fields
- 11 Geological map of the Teresina Coal Project area

I 序 文

1. 調査団派遣の経緯および目的

1967年10月、小林中大使一行の中南米6ヶ国経済調査団がブラジルを訪問した際、ブラジル政府(マセド・ソアレス大臣)からの経済協力の一つとして、地下資源開発についての技術協力が要望された。

1969年5月、リオデジャネイロで開催された日伯経済合同委員会の技術協力プログラムのなかで、地下資源調査に関する技術協力の要請が再び提案された。さらに、同年9月13日、Dias Leite 鉱山動力大臣の求めにより、千葉大使とが会談した結果、特定地域を限つて全般的に探鉱を行なう方式、あるいは特定鉱種に限って探鉱を行なう方式、いずれでも両国にとってもっとも望ましい形で実施するように話し合いを進めたい旨の要望があり、また、従来の要請とは異なる点として将来の日本との合弁会社による資源開発への結び付きが示唆された。

1969年12月8日、José S. M. Lindenberg 元師がOTCAの田付理事長を訪問し、Leite 鉱山動力大臣の委任を受けて (1)Goiás州 Niquelândia地域のニッケル鉱床 (2)Pará州 Tocantins河流域の粘結炭に関する開発調査について緊急協力方を依頼した。

1970年1月初旬、在ブラジル徳川書記官がBenjamin Batista 鉱山動力省次官を訪問し、調査団派遣に関する具体的内容について打ち合わせたところ、ブラジル側はニッケル鉱床についてはGoiás州のNiquelândiaを中心とした地域およびその北西Porangatu周辺、とくにその北方地域、石炭についてはTocantins河上流のCarolinaを中心としたGoiás州およびMaranhão州にまたがる地域を今回の調査対象として要請した。

これに基づき日本政府は海外開発計画調査委託費により調査団を派遣することになり、海外技術協力事業団にその実施を依頼した。同事業団はブラジルにおける鉱物資源開発の重要性に鑑み調査団を編成して2月17日から40日間現地に派遣することとした。

しかし、調査団ブラジル到着後、2月24日、日本大使館、千葉大使、荒木公使、徳川書記官および調査団員がDias Leite 大臣と会談した際、ブラジル側は今回の調査団の主目的として次の様な要望をした。

(1) 南緯12°以北のGoiás州北部地域には銅、ニッケル、石綿、白金、錫の賦存する可能性があり、同地域の予察と、同地域以外の既知鉱床の見学結果とを総合して、Goiás州北部地域における日本政府との協定に基づく基礎調査の可能性についての検討。

(2) Tocantins河流域の石炭賦存の可能性と判定、その開発計画の作成。

2. 調査団の編成

顧問	大木 恒	海外鉱物資源開発㈱ 取締役
団長	浜地 忠男	金属鉱物探鉱促進事業団 調査部長
	清水 勇	海外原料炭開発㈱ 技師長
	澤田 萬勝	"
	大津 秀夫	住鉱コンサルタント㈱ 地質部技師長
	八辻 昭	海外鉱物資源開発㈱ 事業部参与

3. 調査行程

日順	月日	曜	行 程	
1	2. 17.	火	東京発→ニューヨーク着	
2	18	水	ニューヨーク発	
3	19	木	リオ・デ・ジャネイロ着 日本大使館と打ち合わせ	
4	20	金	鉱山動力省鉱産促進局 (D. N. P. M.), 石炭計画委員会 (C. P. C. N.) と打ち合わせ	
5	21	土	調査打ち合わせ	
6	22	日	調 査 準 備	
7	23	月	D. N. P. M. および C. P. C. N. と打ち合わせ	
8	24	火	Leite 鉱山動力大臣と会談, D. N. P. M. および C. P. C. N. と打ち合わせ	
			金 属 班	石 炭 班
9	25	水	D. N. P. M. と打ち合わせ	リオ発→クレンウヤ→ シデロポリス着
10	26	木	リオ発→サルバドル着	サンタ・カタリナ炭田視察
11	27	金	サルバドル発→ボン・デ・フォーラ着 銅鉱床視察	シデロ・ポリス発→ クレンウマ→リオ着

日順	月日	曜	行 程		
12	2. 28	土	ボソ・デ・フォーラ発→セニョール・ド・ボンフイム →FERBASA社クローム鉱山視察→セニョール ド・ボンフイム→サルバドル着		資 料 整 理
			団 長, 八 辻	大 津	
13	3. 1	日	サルバドル発→リオ着	資 料 整 理	リオ発→テレシイナ着
14	2	月	大木顧問 リオ着	サルバドル発→ブラジリア→ ゴイアニア着	ピアウイ州知事訪問
15	3	火	大使館と打ち合わせ Leite大臣会見	D. N. P. M. 第6管 区訪問	テレシイナ調査地調査
16	4	水	D. N. P. M., C. P. C. N. 訪問	ゴイアニア発→ゴイア ネシア着, ニツケル鉱床 調査	#
17	5	木	リオ発→ブラジリア→ ゴイアニア着	ゴイアネシア発→パロ・ アルト着, ニツケル鉱 床調査	テレシイナ発→ベレム着
18	6	金	ゴイアニア発→ニケラン ジア着	パロ・アルト発→ニケラ ンジア着	バラ州調査機関訪問
			金 属 班		石 炭 班
19	7	土	Niquel Tocantins社 ニツケル鉱床視察		資 料 整 理
20	8	日	CODEMIN社 ニツケル鉱床視察	ベレム発→マナウマス着	
21	9	月	ニケランジア発→ゴイアニア着	D. N. P. M. 支所訪問	
22	10	火	D. N. P. M. 第6管区訪問	S. U. D. A. M. 訪問	
23	11	水	ゴイアニア発→カナブラバ着 SAMA社石綿鉱山視察	マナウス発→ブラジリア着	
24	12	木	カナブラバ発→ドイス・イルマオス クローム採鉱地視察→カロリーナ着	大使館事務所訪問	
25	13	金	カロリーナ発→シャンピオア着 石英採掘場視察	資 料 整 理	
26	14	土	シャンピオア発→ゴイアニア着	ブラジリア発→カロリーナ着	
27	15	日	ゴイアニア発→リオ・デ・ジャネイロ 着	Tocantins河流域調査	
28	16	月	D. N. P. M. と打ち合わせ	#	

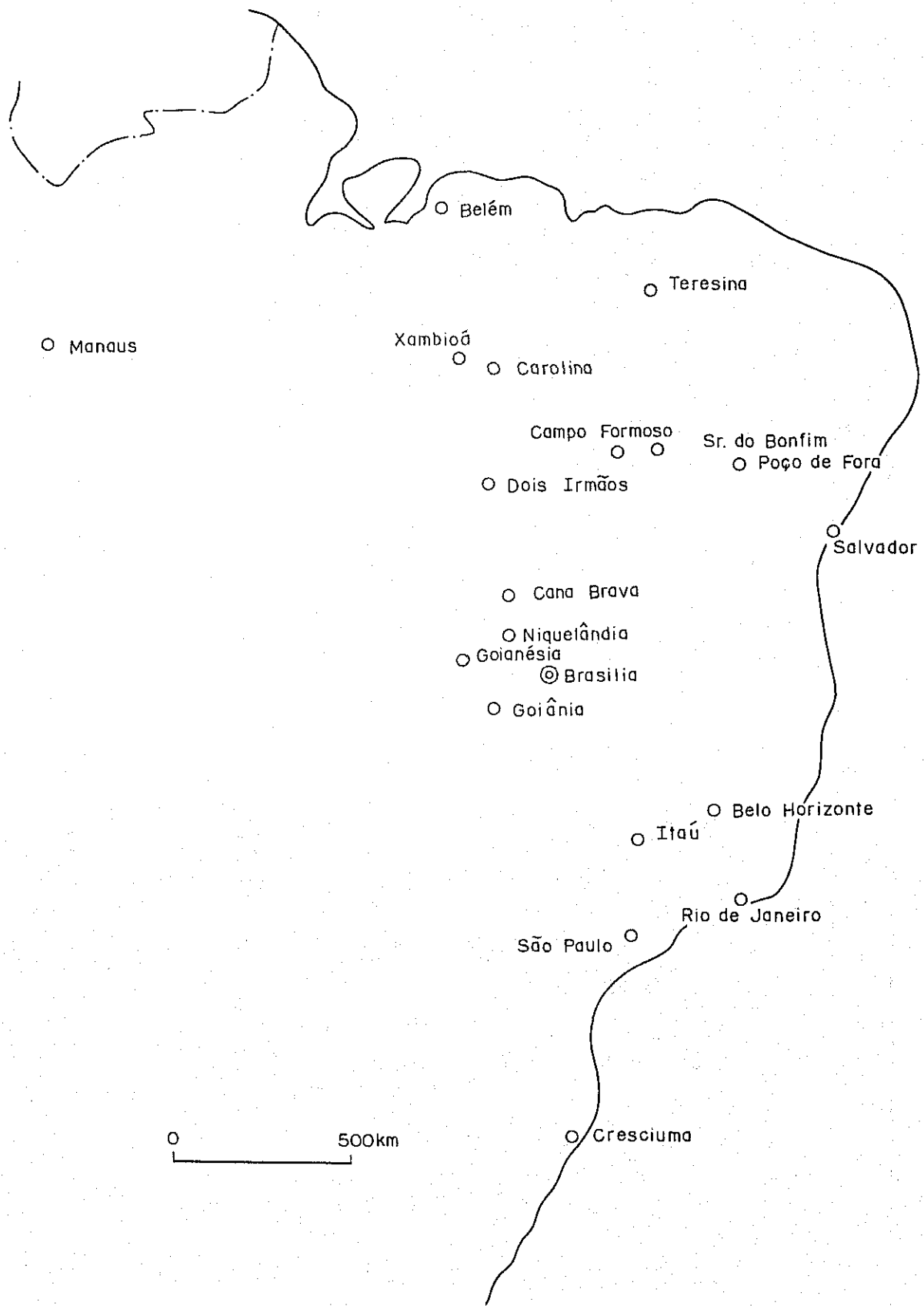


Fig. 1. Index map of visited places in Brazil

日順	月 日	曜	行 程
29	3. 17	火	リオ・デ・ジャネイロ発→ペロ・オリゾンテ着 CMN 社鉄鉱山視察
30	18	水	ペロ・オリゾンテ発→Morro do Niquel 社ニッケル鉱山視察→ バusses着
31	19	木	バusses発→ペロ・オリゾンテ着 D. N. P. M. 第3管区訪問
32	20	金	ペロ・オリゾンテ発→サンパウロ着
33	21	土	サンパウロ 大学訪問
			団長・八辻, 石炭班
			大 津
34	22	日	サンパウロ発→リオ・デ・ジャネイロ着
35	23	月	大使館にて打ち合わせ
			サンパウロ発→ リオ・デ・ジャネイロ着
36	24	火	D. N. P. M. 挨拶
37	25	水	大使館挨拶 帰国準備
38	26	木	リオ・デ・ジャネイロ発
39	27	金	ロス・アンゼルス着 ロス・アンゼルス発
40	28	土	東京 着

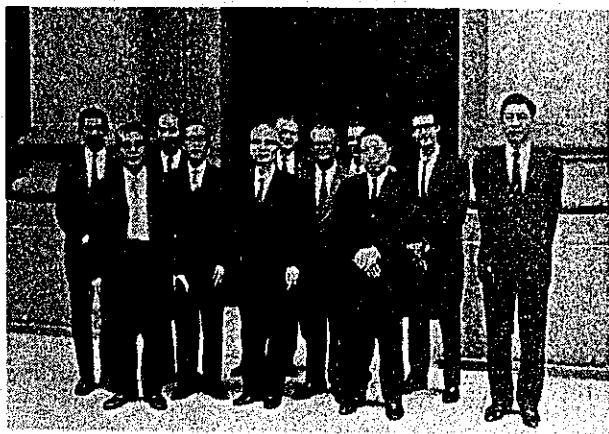
4. 謝 辞

今回の調査にあたり、ブラジル政府は鉱山動力省の鉱産局 (Departamento Nacional de Producao Mineral; D. N. P. M.) および石炭計画委員会 (Comissao de Plano do Carvao Nacional; C. P. C. A. N) は各種の便宜を供与され、調査団実施を援助された。とくに現地調査にあたっては、ブラジル政府関係者が行を共にされ、大した支障なく資料蒐集、調査を実施できた。短期間に有効に調査が実施できたのは、ブラジル政府の御支援の賜であり、ここに深甚な感謝の意を表したい。

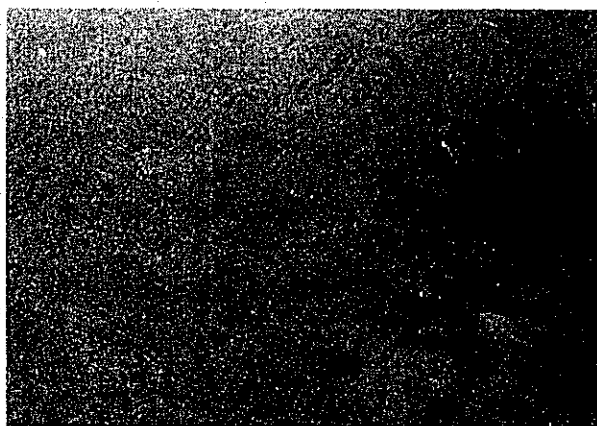
また、在ブラジル千葉大使・荒木公使・徳川書記官にはブラジル政府との交渉その他御協力をいただいた。

ブラジル側の協力者の名を列記し、ここに深謝の意を表するものである。

Prof. Dr. Antônio Dios Leite Ju.	Ministro das Minas e Energia
Dr. João Batistade Vasconcelos Dias	Director Genaral, Departamento Nacional de Produção Mineral (D.N.P.M.)
Dr. Luis Calls de Oliveira	President, Comissão do Plano do Cawão Nacional (C.P.C.A.N.)
Dr. Irau Ferreira Machado	D.N.P.M.
Dr. Manfredo Winge	D.N.P.M.
Dr. João Tavares Neivade Figueiredo	D.N.P.M.
Dr. Luiz Antonio Gravata Galvão	Chefe de 6º Distrito do D.N.P.M.
Dr. Benedito Paulo Alves	Chefe de 3º Distrito do D.N.P.M.
Dr. Maulo A. G. Cotia	Chefe de Departament Planear do C.P.C.A.N.
Dr. Manuel Emilio Burlamaqui de Oliveira	Secretario Para o Planejamento do Piauí
Dr. Adriano Menezes	Secretario-Geral, Instituto de Deseuolvemento Economico-Social do Pará
Dr. Neper Antony	Director do Escritorio, Regionalda SUDAM no Amazonas



1. 鉱産局 (DNPM) 玄関前の調査団, DNPMおよび
石炭計画委員会 (CPCAN) の技術者。
右端は徳川一等書記官, 左端は金塚班の現地案内をし
たDNPMのDr. Iran Macharo.
(リオ デ ジャネイロ)



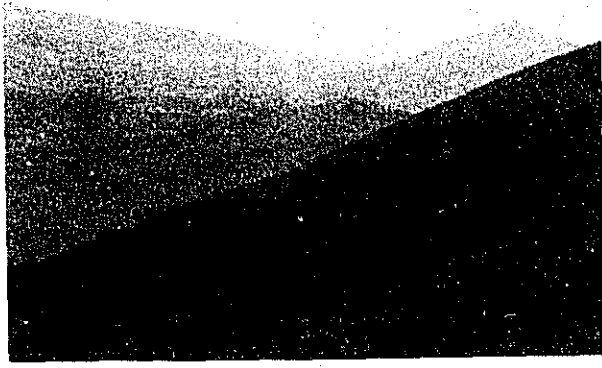
2. Niquelandia 南方の Bambui 統 (エオカンブ
リア紀)。飛行機から見ると地質構造は一目瞭然とし
ている。
(ゴイアス州)



3. Niquelandia 北方, Macedo から南東方向を
望む。超塩基性岩帯は左上部の ridge と saddle
を示す部分で, 右下部は中央斑断岩帯である。ridge
は蛇紋岩帯 saddle 部は輝岩帯を示し, ここにニッ
ケル鉱床が発達する。
(ゴイアス州)



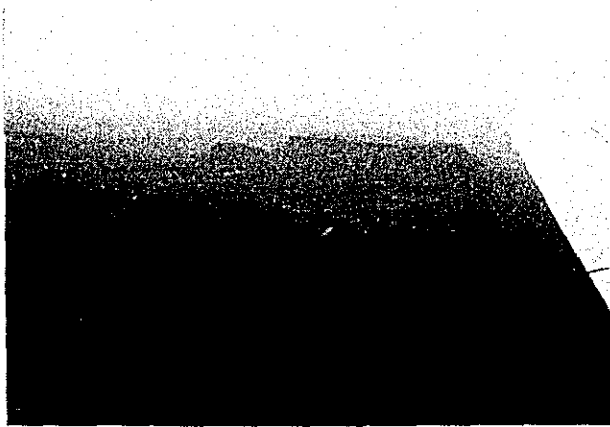
4. Jacuba 第 1 鉱体。平坦な部分にニッケル鉱床が発
達し, 向うの高い部分は蛇紋岩である。
(ゴイアス州)



5. Niquelandia 超塩基性岩帯のほとんど最北端の CODEMIN の探鉱地区。ここで、蛇紋岩よりなる岡の斜面と、その下の平地が探鉱されている。



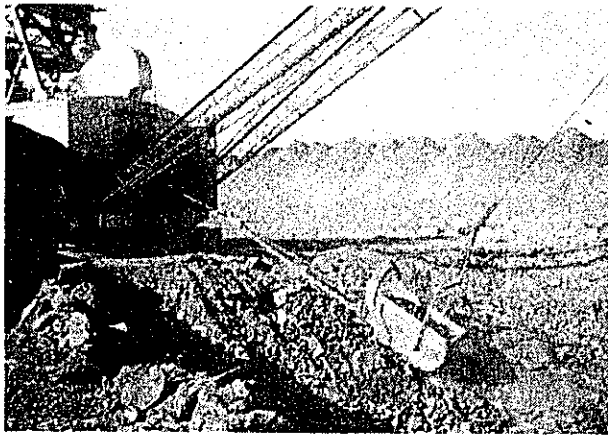
6. Cana Brava 鉱山の石織の露天掘。
(ゴイアス州)



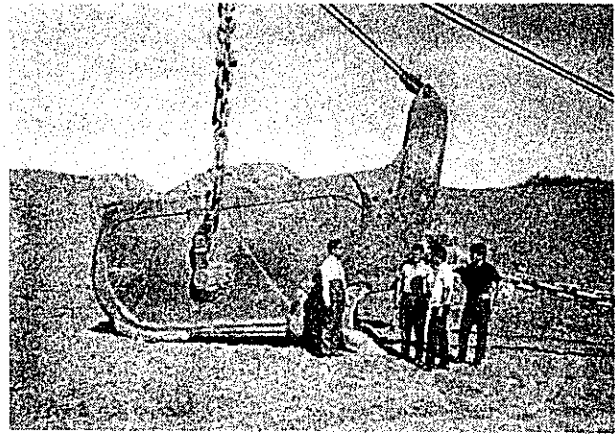
7. Carolina 西方のメサ。デボン紀の地層である。
(ゴイアス州)



8. Xambioa の漂砂鉱床の井戸堀。労働者の賃金は 1ドル/日 位。
(ゴイアス州)



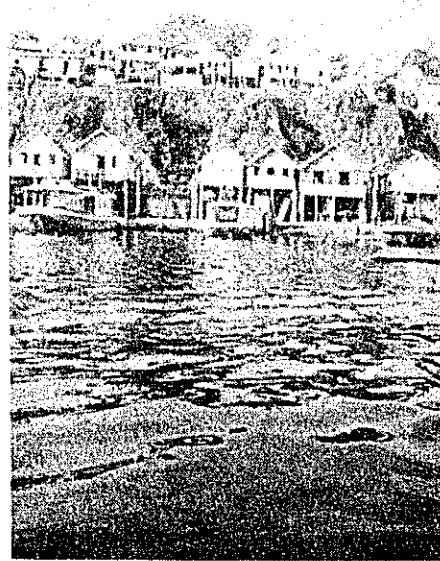
9. Sideropolis 炭鉄の Marion 7800 型
Drag-Line による Barro Branco 層の露
天掘風景 (サンタ カタリナ州)



10. Sideropolis 炭鉄の Marion 7800 型
Drag-Line に使用中の 40t 容量のバケット
(サンタ カタリナ州)



11. Carolina の Tocantins 河岸の Piauí 屋
(マラニオン州)



12. Manaus のアマゾン河流域の住宅 (ペラ州)



13. TeresinaのPiauí層下部の石灰質岩層
(ピアウイ州)



14. Teresina周辺の湿地と植生。
(ピアウイ州)

II 地 理 概 観

1. 位置・面積・人口

ブラジルは北はガイアナ・ベネズエラ・コロンビア，西はペルー・ボリビア，南はパラグアイ・アルゼンチン・ウルグアイの8ヶ国と国境を接しており，南北，北緯 $5^{\circ}16'19''$ ～南緯 $33^{\circ}45'09''$ ，東西，西経 $34^{\circ}45'54''$ ～ $73^{\circ}59'32''$ にわたる南米大陸の東北部に位置する。

面積は $8,511,965\text{ Km}^2$ で日本の面積のほぼ22倍に相当する。

人口は1960年の統計では7,096万人であるが，1969年の推定人口は9,228万人で，人口増加率は年間3.4%である。人口の都市集中化は近年著しく，人口100万人以上の都市はサンパウロ市をはじめ5指を数える。

2. 気 候

南北の緯度差が約 38° に及び，概して熱帯，亜熱帯，温帯に区別することができる。アマゾン盆地および北部諸州では7～10月が乾季，その他が雨季であるが，とくに1～3月は降雨量が多い。南部4州およびブラジリアを除いて年間平均気温は 20°C をこえる。予察したGoias州の州部Goianiaの1968年の年間平均気温 22.3°C ，年間降雨量 $1,462.0\text{ mm}$ （名瀬の年間平均気温 21.1°C ，東京 $1,563\text{ mm}$ ）である。

3. 住 民 等

ポルトガル系が多数を占めるが，南部ではドイツ，イタリア，日本系が多く，東北部ではアフリカ系の異人が多い。一般に混血が多く人種偏見および差別はない。

公用語はポルトガル語であり，英語はほとんど通用しない。

宗教は95%がローマカソリックである。

4. 交通・輸送

鉄道軌道延長は約3万2,000km（1966年），道路延長80万km（1965年），船舶トン数140万トン（1965年）となつてはいるが，鉄道部門の役割は年々低下しており，軌道延長は1960年の38,000mをピークに年々縮小している。

鉄道および道路ともにMinds Gerais州より南の諸州に発達している。対象地であるGoias州は鉄道にわずかに，Sanfos港からGoiania, Anapolis, Braziliaに通じている程度で，道路の舗装もわずかに州の南部の一部に見られる程度であり，雨季の交通は困難となる。

自動車保有台数は1967年6月末現在で235万4,000台で，そのうち乗用車が143万台，トラック84万1,000台，バス8万3,000台である。

鉄道、道路網が充分発達していないため、航空機の利用価値ははなはだ大きく、国内航空路は中以上の都市を結んでいる。なお、空港にはAir Taxi会社があつて、小型飛行機がチャーターできるので、ブラジルの奥地に行くには、これがもつとも効率的な乗物である。

Ⅲ 現 在 の 国 状

1. 政治・政情

1964年3月の軍部のクーデターにより革命憲法が發布され、さらに1967年1月に現行憲法が改正公布されて、立法、行政、司法の3権間の関連を明確にした。大統領を国の元首として正式国名は1968年2月28日以降、ブラジル連邦共和国 (República Federativa de Brazil) と呼ばれる。

連邦政府の行政権は国の元首である大統領に属し、その下に国務大臣をおき、司法、外務、企画・調整、大蔵、運輸、農務、商工、鉱山・動力、内務、文部、労働・社会保障、厚生、郵政、海軍、空軍、陸軍の各省がある。

地方行政権は州知事が有し、各州は広範な自治権を有する。州には行政単位として郡 (Município) がある。

国会は上院と下院とに分かれ、政党は与党の全国革新同盟 (ARENA) と野党のブラジル民主運動 (MDB) の2大政党だけで共産党は非合法である。

2. 財政・経済

(1) 財政収支

連邦政府の財政は、1950年代後半から60～63年間の赤字財政政策により、極度のインフレーションとなり、1963年における連邦政府才出は14億3,500万新クルセイロに達し、歳入は9億3,000万新クルセイロにすぎなかつたが、1964年3月の軍事革命以降、強力な財政金融の引締めと賃金・物価の統制を行なつたが、67年には歳出は82億2,000万新クルセイロ歳入は73億8,440万新クルセイロであり、赤字幅を歳入の10%程度までに縮小するに至つた。

全州の予算についてみると、1967年は歳入78億3,469万新クルセイロ、歳出79億2,810万新クルセイロとなつており連邦政府のそれにはほぼ匹敵しており、このうちSao Paulo州のウエートがもつとも高く、歳出入とも32億8,319万新クルセイロに達している。

(2) 為替・物価

ブラジルの通貨は1967年2月13日に1,000分の1のデノミネーションを行なうと同時に若干の平価切り下げを実施し、呼称を新クルセイロ (NCr\$) と改めた。その後数回の平価切り下げを行ない、公定レートは1米ドル当たり4.38新クルセイロである。

国内の慢性的インフレにより、慢性的な為替レートの切下げと定期的なデノミネーションとがブラジル通貨の宿命となつている。

1964年までは年100%をこえるとみられた生活費上昇率も1967年、1968年には約24%とインフレーションもますますの結果となつたが、なお中南米最高の物価騰貴率である。

現政府の物価対策としては、財政収支の均衡達成に努力しつつ、個々の物価については強力な直接統制を行ないつつある。

3. 産 業

1967年のG. N. P. はブラジルは27,196.7百万ドル（日本は119,552.5百万ドル）1人当りG. N. P. は317.5ドル（日本は1,196.5ドル）である。G. N. P. は南アメリカ第1位であるが、1人当りでは第4位である。

産業別に総生産は、農、工、商、サービス、公務、運輸・通信などの順で、第1次産業が29%第2次産業が28%、第3次産業が43%となつている。

農業生産では、コーヒー（16%）、とうもろこし（13%）、米（13%）、砂糖きび（12%）、綿花（10%）だけで農業生産の60%を占めており、鉱工業生産では、金属製品および機械が鉱工業生産の29%を占め、続いて食料品の23%、化学製品17%、繊維の12%で、鉱業はわずか5%である。

(1) 農 業

農村人口は総人口の約53%を占め、国民所得の30%を支える基幹産業である。コーヒーは国内農業の地位は低下したとはいえ、なお世界一のコーヒー生産国であり、また、輸出の面からも依然第1位を占めており、1960年以降毎年7億ドルの外貨を獲得している。農産物のうち、小麦は生産不足で1967年度の生産量は、わずか64万トンにすぎず、1億7,810万ドルに及ぶ小麦を輸入している。

1967年の主要農産物の生産量は次の通りである。

コーヒー（皮つき）	3,015 × 10 ³ トン
とうもろこし	1,282.5
砂糖きび	7,708.7
米	6,791
綿花	1,692
フェイジョン豆	2,554

(2) 林 業

森林面積は国土総面積の半分を占めており、そのうち3分の2はアマゾン地域のいわゆる熱帯性森林である。薪用材伐採量は1967年に1億3,600万立方mに達した。南部3州は南米におけるバナナ松地帯で毎年5,000万ドル前後輸出され、比較的経済価値の高い森林資源となつている。

(3) 水 産 業

1962年の41万6,600トンから、1967年の42万9,400トンと漁獲高はほぼ横ばいである。1965年の漁船数は14万6,645隻（15万8,728トン）であるが、動力船はわずか4,500隻にすぎず、その大半が1トン以下の小舟で低生産性の低い魚業が行なわ

れている。

(4) 畜産業

牧場面積は128万Km²で、全国土の15%に相当する。1966年において牛9,000万頭、豚6,100万頭、羊2,200万頭を有している。

(5) 工業

ブラジルの工業が急速に発展したのは第2次大戦後で1967年には生産額は417億3,500新クルセイロと高い水準に達している。

地下資源に直接関係のある鉄鋼業の生産額の最近5年間の状況は次表の通りである。

	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年
鉄 鉄	2,477	2,628	2,341	2,925	3,057
鋼	2,737	2,939	2,983	3,782	3,696

単位 1,000トン

鉄鉄のうち木炭鉄の比重は35%位を占めているのはブラジルの製鉄の特徴である。

(6) 貿易

他の発展途上国と同様、ブラジルの貿易はコーヒーに代表される一次産品を輸出し、工業製品を輸入している。輸出全体についても多年の努力の結果、工業製品の輸出はここ数年間そうとう伸びてきているが、まだ輸出全体に占める比率も10%に満たず、また輸入においては60%前後が恒常的に工業製品によつて占められている。貿易の収支の推移は次の通りであり、一応最近の傾向は黒字である。

	輸出 (FOBベース 100萬ドル)	輸入 (CIFベース 100萬ドル)	収 支
1965年	1,595.4	1,096.4	499.0
1966年	1,741.4	1,496.2	245.2
1967年	1,654.0	1,667.4	-13.4

1967年の輸出のベスト5はコーヒー(704.7×10⁶ドル)、鉄鉱石(102.8×10⁶ドル)、綿花(90.8×10⁶ドル)、砂糖(80.4×10⁶ドル)、松板(48.8×10⁶ドル)で、輸入のベスト5は化学品・医薬品(230.3×10⁶ドル)、小麦(178.1×10⁶ドル)、原油(172.2×10⁶ドル)、電気機器(101.4×10⁶ドル)、鉄鉱製品(69.5×10⁶ドル)である。

我が国との貿易は1967年に輸出56.0×10⁶ドル、輸入44.9×10⁶ドルとなりブラジル側の出超となつている。

IV 鋳 業

1. 概 要

ブラジルはきわめて豊富な地下資源に恵まれているといわれるが、その広大な面積のためまだ十分な調査はほとんどゆきわたっていない。

鋳産額は1967年には3億6,000萬ドルで、代表的な鋳産物は鉄鋳石とマンガン鋳である。ブラジル政府の発表によると1965年現在の鋳物の埋蔵状況は次のとおりである。

(イ) 存在しないものまたは不足しているもの

石綿^{*}, アンチモン^{*}, 燐灰石, 砒素, 蒼鉛, 硼素, ベントナイト^{*}, 臭素, コバルト,
石炭, 鉛^{*}, 銅^{*}, 金剛砂, クローム^{*}, Diatomito, 硫黄, 錫^{*}, 螢石, 黒鉛,
天然ガス, ヘリウム, 沃度, リチウム, 水銀, モリブデン, 硝石, 金^{*}, 石油, 黄鉄鋳^{**},
銀, 白金, カリウム^{**}, ルチル, 岩塩^{**}, ウラン, バナジウム, 亜鉛^{*},

(ロ) 十分に存在するもの

粘土, 重晶石, ボーキサイト^{**}, カオリン, ガーネット, チタン鉄鋳, 雲母, ニッケル,
滑石, タングステン, トリウム, ジルコン,

(ハ) あり余る程豊富なもの

ベリル, 石灰, 石英, 鉄, 石膏, マグネサイト, マンガン, ニオブ・タンタル, 貴石,
稀土類

* : 今後(ロ)へ移行する可能性のあるもの

** : 今後(ハ)へ移行する可能性のあるもの

1966年10月の鋳山動力省資料によると主要鋳物の埋蔵量は次の通りである。

鉄 鋳 石	4 0 0 億トン		
マ ン ガ ン	1 億 5, 0 0 0 萬トン		
銅	3, 4 4 0 萬トン	Cu	2%
ボーキサイト	8, 0 0 0 萬トン	Al	45%
ニ ッ ケ ル	2, 5 0 0 萬トン	Ni	2%
ト リ ウ ム	3 0 萬トン		
燐	4, 0 0 0 萬トン		
石 油	1 億 9 3 8 萬 m ³		
天 然 ガ ス	2 5 4 億 8, 5 0 0 萬 m ³		
油 母 頁 岩	4 7 6 億 m ³		石油採算
石 炭	2 9 億 1, 0 0 0 萬トン		

過去10年間の鉱物の探鉱・生産・消費の推移は次表の通りである。

年度	DNPMにより 資金を与えられ た探鉱希望数	開坑された 鉱山数	生産量	輸入量 (100萬t)	輸出量	生産額	輸入額 (100萬ドル)	輸出額
1958	558	111	24	12.6	3.6	250	360	76
1959	556	107	29	12.4	5.0	260	340	87
1960	378	99	30	13.0	6.0	270	434	95
1961	49	5	32	13.0	7.0	290	417	105
1962	164	23	34	13.0	8.0	300	419	106
1963	276	79	35	13.0	9.0	315	449	104
1964	352	65	34	13.5	10.0	305	427	107
1965	285	91	38	14.5	14.5	330	430	120
1966	289	77	39	15.0	16.0	345	435	130
1967	412	66	36	14.0	12.0	360	440	135
1968	1,082	98	45	15.0	17.0	390	450	152

1968年度における主要鉱物生産量は次の通りである。

石 油	9,509,971	m ³		
天 然 ガ ス	983,326	m ³		
石 炭	4,827,500	t		
鉄 鉱	25,123,213	t	356,367千	ニュークルゼイロ
マンガン鉱	2,096,595	t	69,404	〃
銅 鉱	162,842	t	1,992	〃
鉛 鉱	320,553	t	7,438	〃
ニッケル鉱	67,744	t	230	〃
クロム鉱	13,514	t	555	〃
石 綿	345,442	t	1,280	〃

燃料を除く鉱産物を価格順にあげれば、1.鉄鉱、2.マンガン鉱、3.錫鉱(13,302×千ニュークルゼイロ)、4.マグネシウム(7,554×千ニュークルゼイロ)、5.鉛である。

(i) 石 油

1939年にBahia州で油田が発見されまではブラジルには油田はないとされていたが、1965年には石油埋蔵量は6億4,200萬バレルとなつた。Bahia州を中心に次々と油

田が発見されており、最近Sergipe州沖の大陸棚での試錐が成功している。また、ベネズエラと地続きのアマゾン地域には膨大な油田が存在するといわれており、本格的調査が実施されれば、石油埋蔵量は相当増加するものと考えられており、1965年当時、需要の70%を輸入に不足資源とされていたが、ブラジル石油公団(PETROBRAS)によると今後5年間で国内需要はすべて国内原油によりまかないうる可能性がでてきたとされている。

ブラジルの石油の探査および採掘はすべてPETROBRASの支配下にある。

(2) 石 炭

石炭は南部のParana, Santa Catarina, Rio Grande do Sulの3州のものが開発されているが石炭埋蔵量はこの炭田だけで30億トンに過ぎず、また製鉄用コークスおよび石炭ガス用として使用できる瀝青炭はSanta Catarina州のみから産出している。

石炭産業振興のため総消費量のうち国産炭を製鉄関係は40%、石炭ガス関係は15%使用しなければならないという規定がある。

しかし、国産炭は低品位であるうえ、採掘技術、設備の古さのため生産性は低く、輸入品よりコスト高となり鉄製品のコスト高をまわっているといわれる。そのため、製鉄業界からは今後国産炭の使用率を20%に引き下げることが強く要望されており、もし実現すれば国産石炭の需要は制限をうけるので石炭産業の前途は暗い。

しかし、最近Para州に巨大な鉄鉱床が発見されたため、北部のアマゾン流域のMarad-nhao, ParaおよびGoiás州にまたがるAraguaiaおよびTocantins河流域およびPara州のFresco河流域の炭田が注目をあびるようになり、今後も調査が実施される予定である。

(3) 鉄 鉱

Minas Gerais州の中部を中心に、埋蔵量は400億トンとされている。

鉄鉱石の開発は1920~30年にかけてはじまつた製鉄の国有化に負うところが多く、とくに1942年にVale do Rio Doce会社が設立されて、Minas Gerais州中部の採鉱に着手してから採掘量は急増した。

最近の生産量と輸出量の推移は次の通りである。

	1965年	1966年	1967
生産量(t)	20,753,000	23,254,386	22,297,562
輸 出 量(t)	12,731,228	12,910,465	14,279,231
日本への輸出量(t)	915,000	1,704,000	2,431,000

日本への輸出は年々急速に伸びており、1969年は700萬t、また、最近の協定によると、1970年以降15年間で1億600萬tの追加貿易契約が成立し、1974年には

1,800萬tの最高に達する予定である。

また、従来Minas Gerais州にその分布がほとんど限られていた鉄鉱床が、最近Pará州Carajá地方から発見され、その埋蔵量は、Minas Gerais州のそれに匹敵するといわれている。この地域の開発についてVale do Rio DoceとU. S. Steelとが開発協定を結ぶ予定である。これによると、1971年までに開発計画作成を終り、1972年～1974年で、道路、港湾、鉄道の建設を終り、1975年から出鉱開始の予定で出鉱鉱石はすべて2社で折半することとなっている。

(4) マンガン鉱

ブラジルはソ連、インドとともにマンガン鉱の主要産出国で、埋蔵量は約1億tと推定されている。年採掘量は約140萬tでその80%が北米およびヨーロッパへ輸出されている。産地はAmapa直轄地、Bahia州、Minas Gerais州、Mato Grosso州などで、とくにAmapa直轄地はBethlehem Steel社の投資による合併会社Industriae Comercio de Mineiros S. A. ICOMIによる開発が進み国内総採掘量の70%を産出している。

生産量と輸出量の推移は次の通りである。

	1965年	1966年	1967年
生産量 (t)	1,396,062	1,454,895	1,358,370
輸出量 (t)	1,067,763	956,558	542,017
日本への輸出量 (t)	103,402	63,941	33,526

(5) 銅 鉱

銅鉱の埋蔵量は3,440萬tと推定され、そのうちBahia州3,000萬t、Rio Grande do Sul州400萬t、Sao Paulo州40萬tであるが、稼行鉱山はRio Grande do Sul州のCamaqua鉱山のみである。

Camaqua鉱山はSao Pauloに製錬所を所有し、1966年には3,000tの銅を生産した。その当時の銅の需要量は27,000tで、自給率は約13%にすぎない。この国内産の銅生産量は粗鉱量から推定しても1958年度に4,000tに達したとは考えられず、自給率も低下しているものと推定される。

Bahia州Caraiibaの銅鉱床は1962年、酸化鉱390萬t (Cu=1.2%)、硫化鉱3,540萬t (Cu=0.9%)とその期待鉱量が算出されていたが、1962年～64年初まつたPoint 4に基づくアメリカ合衆国地質調査所とD. N. P. M. との協同調査、さらに1965年から初まつたアメリカ合衆国A. I. D. との協同調査による精査の結果、2,300萬t (Cu 1.4～1.6%)の鉱量を確認したといわれ、4.82ミリオン、クルセイロ (約400億円)の資本を投下して鉱山開発を行ない、Salvador市の近くのAratuに製錬所を設け

て、Caraiiba 鉱山ばかりでなくザンビア、カナダからの輸入鉱石による年間銅量80,000t 製煉が計画されている。

1970年以降はCamaqua 鉱山からの増産による5,000tとCardiba 鉱山の開発による20,000tの国内産銅の生産が期待され、自給率は50%に達するといわれる。

両鉱山ともPignatari財閥(Pignatari-Administração Ind. e Comércio S. A.)に属している。

(6) 鉛・亜鉛鉱

1966年の鉛の産出量は約20,000tで、2,500tを輸入している。主産地はBahia州とParana州でその80%を占めている。

亜鉛は1965年には全く生産はなく31,000tの亜鉛を輸入した。これはブラジルの埋蔵鉱量がMinas Gerais州のVazantesで1,200萬tと、Januária-Itacarambiで60萬t(品位82% ZnO)とされているが、いずれも酸化鉱のため、製煉上の問題があるためである。1966年からRio de Janeiro州のItaguaíに7,200t、Minas Gerais州のTres Mariasに14,000t能力の亜鉛製煉所を建設の予定であつたが、実現せず、すべて輸入に依存している。

(7) ニッケル

1965年のフェロニッケル中のニッケル量生産量は1,100トンでそのうち775tを輸出した。そして金属ニッケルは未生産で1,100t輸入している。この状態は現在まで続いている。

埋蔵量はMinas Gerais州 Liberdade 400萬t、Pratapolis 500萬t、Ipanema 600萬t、Goiás州 Niquelândia 1,000萬t 計2,500萬t (Ni 品位 2%)といわれる。

鉱床はすべて超塩基性岩上に分布する珪酸ニッケルで、現在稼行されているのはPratapolisのMorro do Niquel 鉱山のみである。

ブラジルのニッケル鉱床の埋蔵量はGoiás州のNiquelândiaが最大であるが、Goiás州の南部の基礎地質調査が進むとともに多数のニッケル徴候地が知られてきており、探査活動は活発である。

(8) クローム鉱

1966年の産額は5,200tで、輸入は1,100tである。最近Bahia州 Compo Formoso, Saúde, Santa LuzおよびPoçoasで25km以上に及ぶクローム鉱床分布地域が発見されており、既に稼行中の鉱山もある。

(9) ウランおよびトリウム鉱

将来の原子燃料として利用可能なトリウムの埋蔵量は世界埋蔵量の30%に相当する30萬tとされている。これはブラジルに豊富に産出するモナズ石に由来するものである。

一方、現在利用可能なウランは乏しく、最近、Sao Paulo州 Poços de Caldasで確定鉱量500t、平均品位0.15% U_3O_8 とされる輝水鉛鉱 - 螢石 - ウラン鉱脈が

注目されるにすぎない。

現在稼行価値のないニオブ、燐鉍、合金礫岩に伴うものの合計鉍量は9 1,6 7 0 t U_3O_8 とされている。

00 その他

上記以外の鉍物資源としては、新金属資源や雲母のようにペグマタイトあるいはこれに由来する漂砂鉍床に産出する鉍物資源が豊富である。とくに、ニオブの原料鉍物であるコロンブ石とパイロクロアの生産量は1966年に約4,300 tで世界一である。ジルコン・モナズ石・雲母は1966年の生産量は、それぞれ546 t, 822 t, 2,244 tで世界の4位, 5位, 2位を占めている。

2. 鉍業行政

鉍業は鉍山動力省 (Ministério das Minas e Energia) の行政管轄下にあり、鉍山動力省は鉍産局 (Departamento Nacional de Produção Mineral: D. N. P. M.), 水エネルギー局 (Departamento Nacional de Aguas e Energia: D. N. A. E.) 及び総務局 (Departamento de Administraçao: D. A.) の3局をもつとともに、石炭計画委員会 (Comissao do Carvão Nacional: C. P. C. A. N.), Vale do Rio Doce会社 (Companhia Vale do Rio Doce: C. V. R. D.), ブラジル石油公社 (Petróleo Brasileiro S/A: PETROBRAS), ブラジル中央電力公社 (Centrais Elétricas Brasileiras: ELETROBRAS), 核エネルギー委員会 (Comissao Nacional de Energia Nuclear: C. N. E. N.) を支配している。

また、未開発地域である北東地区とアマゾン地区にはさらに北東開発管理局 (Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste: SUDENE) とアマゾン開発管理局 (Superintendencia de Desenvolvimento da Amazonia: SUDAM) がRecife およびBelémの両市におかれている。

石炭、石油、原子燃料以外はすべて鉍産局の所管で鉍産局は行政を担当する鉍産促進部 (Divisao de Fomento da Produção Mineral: D. F. P. M.), 地質鉍物部 (Divisao de Geologia e Mineralogia: D. G. M.) および岩石鉍物研究所 (Laboratório de Petrologia e Mineralogia: L. P. M.) を下部組織としてもつとともに、地方を第1管区 (最南部3州, Porto Alegre市), 第2管区 (南部2州, Sao Paulo市), 第3管区 (中央南部2州, Belo Horizonte市), 第4管区 (東北9州, Recife市), 第5管区 (北部2州と3直轄地, Belém) および第6管区 (中央ブラジル2州と1直轄地, Goiania市) と分割して、支所が設置されている。地質専門家は本部に78名, 支所に158名, 計236名である。日本の地質調査所に相当するも

のは地質鉱物部と岩石鉱物研究所の一部である。

3. 政 策

1966年10月に公表された「ブラジル鉱物部門のパノラマ」(Panoram do Setor Mineral Brasileiro)によると、(1)既知鉱床を広く直ちに利用すること、(2)Subsoilの知識を短期間に拡大すること、(3)連邦憲法152および153条の補充を急がせること、(4)鉱業法の改正、が国内鉱産物の生産増進の基本的方針として打ち出されるとともに、これによつて1965~1968年までの各鉱種別および地域別の調査計画および推定生産量が公表された。この時点では46,964百萬クルセイロ(1955年1月の価値)が鉱産物増進のための基礎調査から精密調査まで予定された。重点は地下水(8,179百萬クルセイロ)、基礎プロジェクト(全国13の広域調査、7,585百萬クルセイロ)、銅(5,652百萬クルセイロ)におかれた。しかし、各鉱種ともその生産は目標に達していないし、これは技術者および資金の不足に基づくものである。

鉱業法は1967年2月28日の統令第272号により公布された。これは1967年1月24日の憲法第161条による鉱物資源の採掘に関する土地所有者の優先権の廃止に基づいて、27年間にわたる旧鉱業法を大巾に改正したものである。鉱山動力大臣による探鉱の認可および大統領により与えられる採掘認可は、ブラジルの自然人もしくは法人、および鉱業企業としてブラジルで組織された会社のみ与えられるが、ウランとトリウムについては連邦政府の所有が明記されてある。

一方、政府機関が自ら地下資源調査を実施することは非効率と考えられることと、資金が不十分であるため、1969年8月15日法令第765により鉱物資源調査会社(Companhia de Resquisa de Recursos Minerais:C. P. R. M.)という半官半民会社が設立された。その目的は、(1)鉱物および水力資源の発見を刺激し、また利用を強化すること。(2)鉱物および水力資源の利用を目的とする調査研究において個人企業を指導し、鼓舞しそれと協力すること。(3)上記分野において個人企業を補助すること。(4)鉱山動力省の直接の行政組織に対し、行政的および技術的支援を与えること、と規定してあり、石油、稀有ガスを除く鉱物資源および水力資源に関する企業探鉱に近い探査から特定地域の基礎調査、地質図幅調査に至る幅広い調査を実施するとともに、企業の投資に対してその80%以内を融資しようとしている。その資本金は1億新クルセイロ(約82億円)で連邦はそのうち投票権を有する60%の普通株式のうち、少くとも51%を保有することが規定されている。したがつて、鉱産局、水エネルギー局、石炭計画委員会、核エネルギー委員会、北東開発監理局の天然資源部のうち地下資源の調査研究に関連のある分野はすべて新会社により実施されることとなり、調査および開発のスピードアップが期待される。

4. 外国の援助

アメリカの対外経済援助の重点国の一つとなつているため、公的援助は1961年7月から1967年1月までに18億9,200万ドルに及んでいる。

鉱物資源関係については、とくに重要地域の基礎調査にはアメリカ合衆国の国際開発局 (Agency for International Development: AID) との協定による融資がその計画推進に大きな役割を占めている。最近の協定は、

- (1) 鉱産局および水エネルギー局への技術援助：ブラジル人技術者の訓練および設備の購入についての融資を行なう。
- (2) 鉱産局の活動のうち、(イ) Bahia 計画 (ロ) Goiás 計画 (ハ) タングステン計画 (東北地方) (ニ) 磷酸塩計画 (Minas Gerais 州) (ヘ) 地下水計画 (水エネルギー局の活動のうち、水理学的資料の蒐集、空中写真その他、を対称としている。
- (3) アメリカ合衆国地質調査所が所要の技術サービスを行なう。
- (4) 協定期間 1969年11月29日～1972年6月30日
- (5) 融資金額 840万ドル以下

融資期間 据置期間10年を含み40年

金利 据置期間年1%、据置期間終了後年2.5%

返済方法 据置期間終了後半年賦

フランスはウランについて300万ドルの調査費を投入し、その結果ウランが発見されブラジルが将来ウランを輸出する場合にはその25%について、フランスに優先権を与えられることを協定している。

西ドイツがこれから協定を結ぼうとしている内容は次の通りである。

- (1) 援助はすべて供与であり、3年間で約2,500万マルク(600万ドル以上)。
- (2) 対象地域は Minas Gerais および Espírito Santos 両州の大部分である。
- (3) 第1段階の調査は対象地域全体に対して空中磁気および放射能探査を実施する。その結果抽出された有望地区に対して空中電磁気探査と場合により地上磁気、放射能、重力、地震および電気探査を実施するとともに地化学探査および地質調査を実施する。
- (4) 物理化学探査結果の解析はドイツおよびブラジルの専門家によりハノーバーの計算機センターで行われる。
- (5) 作業を進めるために、ブラジル・ドイツ混合委員会を Belo Horizonte 市におき、委員会の調整者はブラジル政府を代表するブラジル人で、委員会を司会し、監督する。委員会は有望地区の抽出などを決定する。
- (6) 初年度の広域空中物理探査にはドイツの地球物理学者2名を含む計14名の調査班が会社から参加する。また、ドイツは自国の負担で、初年度に2名の地質学者と6名の技術者、2～3年度には6名の地質学者と6名の技術者、2名の地球物理学者と8名の技術者を派遣する。
- (7) ドイツ政府は2～3年目に、必要な機材を備えた飛行機2機とヘリコプター1台を用意し

これらは混合委員会の活動終了後ブラジル政府の財産となる。

(8) ブラジル政府は調査資材の国内輸送、消耗材料費を分担する。また、地質または地球物理学者を15名調査に参加させるとともに、地質調査にさいし自動車運転手11名以内、労務者50名以内、物理探査には運転手12名、通訳3名、パイロット2名、その他4名を提供する。

V 地 質

1. 概 要

南米大陸に分布する地質をながめると、南米は構造上大きく2つの地帯に分けることができる。その1つは南米大陸の東半分を占めている先カンブリア紀の地層によつて構成されている楯状地 (Shield) で、台地状の地形を表わしている。台地の比高は1,000m前後の高さである。もう1つはこの楯状地の西側に、先カンブリア紀の地塊を取囲むように帯状に分布している Andes 褶曲帯である。Andes 褶曲帯のなかで、とくにその外側は海岸山脈を造り、その最高峰は7,000mにも達しているが、海岸山脈の内側は低地帯で、若い堆積物で覆われている。

J. Bigarella (1964) の研究結果によれば、南米の構造は第2図に示すような5つのタイプに分けられている。

この図をみると、東部の楯状地は数個に分かれた craton とその間隙をうづめて発達した intercratonic basin に区分されている。

また、Andes 褶曲帯は大きく2つの地帯に分けて、楯状地に接する東側の地帯を pericratonic basin とし、西側の Andes 地向斜と区別している。

またアルゼンチン以南に分布している先カンブリア紀の岩石の分布地帯はやや安定した構造单元である mesocraton 地帯としている。構造单元の特徴は下表に示した。

構造单元の名称	性 質		
Craton	Stable	Positive	undeformable
Mesocraton	Substable	Subpositive	"
Intercratonic basin	"	Subnegative	"
Pericratonic basin	"	"	Subdeformable
Geosyncline	Mobile	Negative	deformable

ブラジルは国土の大部分がこの楯状地に属しており、ここに分布する地層は craton の地帯を構成している先カンブリア紀の変成岩・花崗岩類・堆積岩と、intercratonic basin を中心に堆積したカンブリア紀以後の地層からなりたっている。

カンブリア紀以後の火成岩の活動はあまり活潑ではなく、ジュラ期に Parana 堆積盆を中心に噴出した玄武岩の広域な分布地帯を除けば、噴出岩の分布は一般に狭小なものにすぎない。

ブラジル国全域の地質図は [DNPM] の編図した1/700万縮尺の「Mapa Geológico do Brasil e de Parte dos Paizes Visinhos, 1938年」の発刊以来、いくたびかの改訂が行なわれている。

新しい版は1/500万縮尺の「Mapa Geológico do Brasil, 1960年」である。しかし、南米全域の地質図はさらに新しい版のものが1964年に世界地質図委員会の

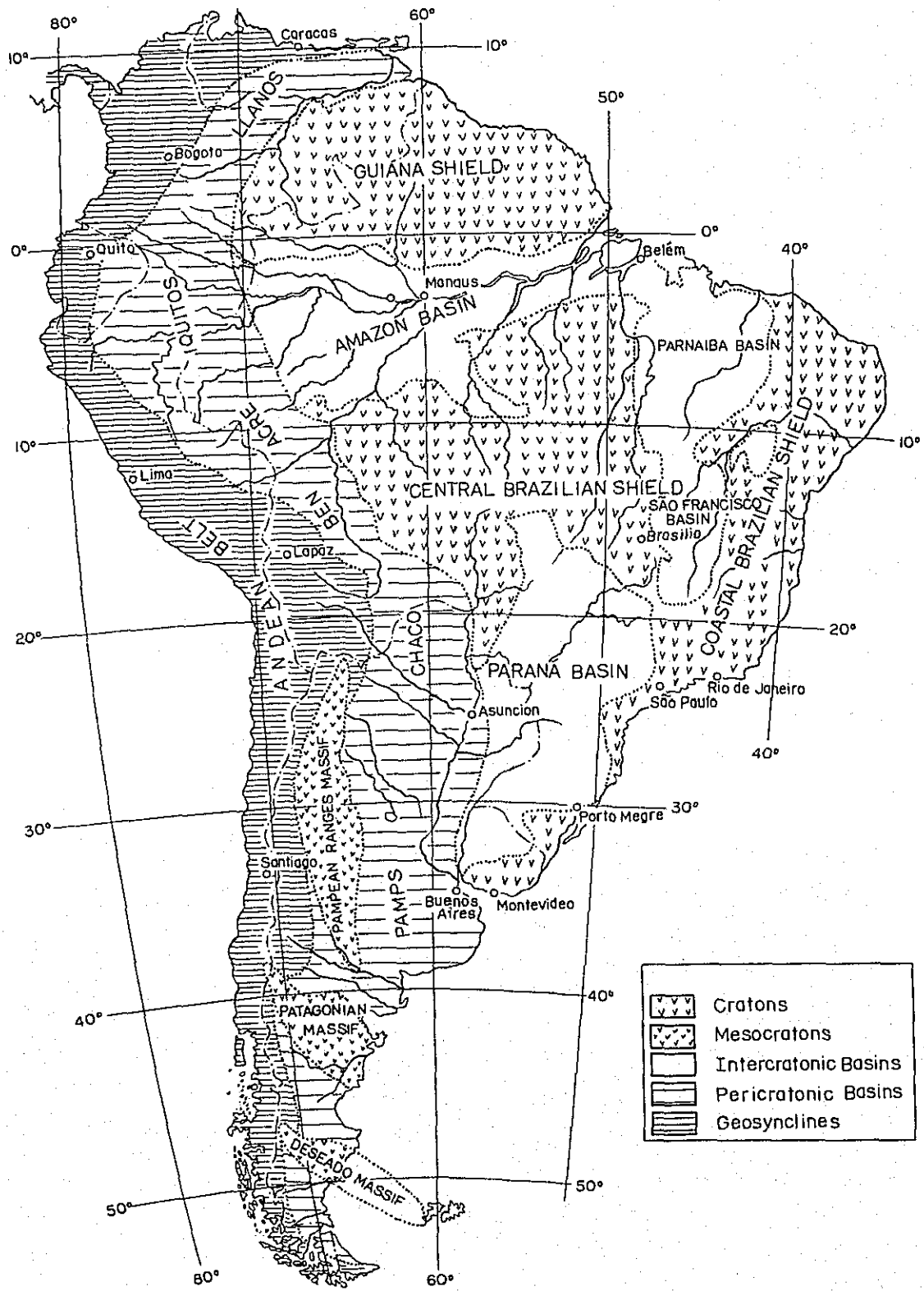
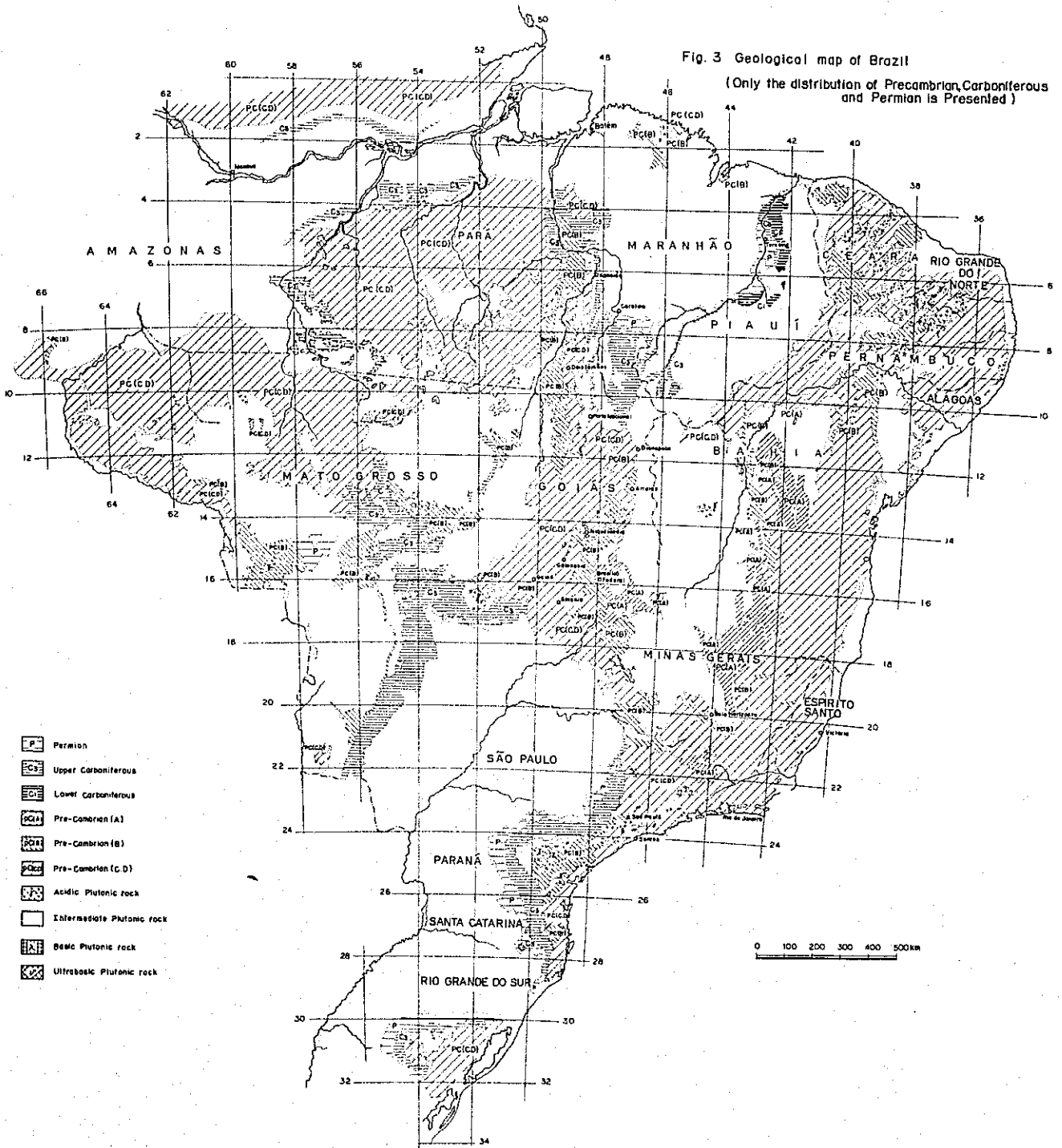


Fig. 2 South American geotectonic unit

Fig. 3 Geological map of Brazil

(Only the distribution of Precambrian, Carboniferous and Permian is Presented)



協力のもとに発行されている。前述の「ブラジルの地質図」を改訂した点がみうけられるが、相異はあまりないように思われる。したがって、ブラジルの地質を概観するものとして、Lamego編の1960年版を引用した。

第3図は「Mapa Geológico do Brasil」から抜き書きしたブラジル国内の先カンブリア紀の地層・岩石の分布と、このCratonの間に広がっている堆積盆の分布を示している。

これらの堆積盆は南からそれぞれ

- (1) Paraná 堆積盆
- (2) Sao Francisco 堆積盆
- (3) Parnaíba 堆積盆
- (4) Amazon 堆積盆

と呼ばれる。(1)(2)を合わせてMeito Notre Basinと呼ばれることもある。

それぞれの堆積盆に発達している地層の生成地質時代が相異することから、これらの堆積盆地の下降運動は同じ地質時代に様な下降積作用を受けたものでないことがわかる。

2. 先カンブリア紀

ブラジルの面積の3分の2は先カンブリア系により占められており、これらは約5億年にすべてクラトンとなり、安定した地塊となつた。

第2図には Guiana, Central Brazilian および Coastal Brazilian の3つの楕状地が区分されているが、これらの楕状地は先カンブリア紀のある時代には、すでに剛塊化したクラトン地域があつた。Guiana Shieldは南米でもつとも古い30億年前の年代を示す岩石を産し、少くとも17億年以降は全く安定してクラトン化した。Central Brazilian Shieldは、東部は19~20億年に造山運動があつた Tocantins-Tapajós クラトン地域、南西部は9~12億年より前にクラトン化した Rondonia クラトンに分けられ、全体を Guaporé クラトンと呼ばれる。Coastal Brazilian Shieldは20億年前後と11~14億年の変成帯を含む Sao Francisco 河に沿う Sao Francisco クラトンと南部の20億年前後に剛塊化した Uruguay-Argentina クラトンを含んでおり、さらに北東部南緯10°以北に5~7億年の Cariri 造山帯、南緯12~13°以南の大西洋岸に沿う5~7億年の Paraíba 造山帯が発達する。また、Central Brazilian Shield の南東部は、Guaporé および Sao Francisco の両クラトンの間に発達した5億~12億年の Paraguai-Brasília 造山帯がある。

「ブラジルの地質図、500萬分の1」では先カンブリア系は下位より D, C, B, A と区分されている。

D は一般に基盤複合岩体と考えられる片麻岩類、ミグマタイト、チャーンカイト、酸性~超塩

基性深成岩類よりなる。Cは雲母片岩、珪岩、千枚岩、硬砂岩、変質火山岩など（稀に片麻岩）からなる。Minas Gerais州のCおよびDは年代測定の結果では少くとも13億年よりは古い。Bは珪岩、石灰岩、チャート、イタピライト、ドロマイト、硬砂岩などからなり、Aはアルコース砂岩、礫岩、泥岩、珪岩などからなり、Minas Gerais州では12～5億年の年代を示す。1960年まではK-ArあるいはRb-Sr法による年代決定がほとんど行なわれていない。したがって最近10年間の成果にもとづきブラジル全体について総合検討されれば、ブラジル全体の先カンブリア系の層序区分がさらに明確に改定されることが期待される。

先カンブリア系の構造方向は南部および東部ではほぼ海岸線に平行しているが北東部では海岸線と斜交している。また、Goiás州南東部からMinas Gerais州にわたるSao Francisco堆積盆とParaná堆積盆を分ける部分はCanastra Archと呼ばれ、NW-SE方向の構造を示している。

このArchは古生代初期に陸地としてあらわれ、Paraná堆積盆とSao Francisco堆積盆およびParnaíba堆積盆とを互に分離独立した堆積盆として発達させたといわれている。

3. 古 生 代

(1) カンブリア-オールドビス紀

この地層はCentral Brazilian Shieldの上には広く分布しているが、ブラジル東部のCoastal Brazilian Shieldの上には残存していない。

しかし、Paraná堆積盆Sao Francisco堆積盆およびParnaíba堆積盆の東端にはそれぞれごく限られた範囲ではあるがこの地層の露出がみうけられ、この3つの堆積盆がこの時期に動き初めたことを示している。

(2) シルル-デボン紀

シルル紀の堆積物は主としてSao Francisco堆積盆に広く分布し、ここが堆積の中心であつた。しかし、最近の研究によると、先カンブリア紀末期からの一連のモラツセ型堆積物でエオカンブリア紀とされている。

デボン紀に入るとSao Francisco堆積盆の沈降は一旦休止し、これより北西側に堆積の場がうつっている。

Parnaíba堆積盆はこの時期に本格的な沈積を示し、その東翼には下から

(1)Pimenteiras 層 (2)Cobecus 層 (3)Longá 層

の3つの代表的な地層を発達させている。しかしParnaíba堆積盆の西翼では中部のCobecus層を欠いており、この時期にもCanastra Archの上昇運動があつたとも思われる。

Paraná堆積盆では主としてその北東縁にデボン紀の堆積物が広く分布するが、堆積盆の南縁では限られた地域にしか分布がみられない。Paraná堆積盆のデボン紀の堆積層(Furnas砂岩)の偽層から測つた水流の方位は北西乃至西方向を示している。

デボン紀の堆積の中心もカンブリア-オールドビス紀とほぼ同じくCentral Brazilian

Shield に近接した地域が堆積の中心であつた。

(3) 石炭 - 二疊紀

この地質時代はブラジルの炭田生成に関係のある重要な時期である。

この時代の堆積物は Sao Francisco 堆積盆以外の3つの堆積盆にはいづれにも残されていない。

Gondwana 植物群を産することで特徴が認められている Parana 堆積盆には上部石炭紀以後の堆積がみられ、その最下部の層位には氷河堆積物を含む層準を夾有している。その地層名をあげると、次表の通りである。

時 代	地質系名	層 名
上部二疊紀	Passa Dois 系	
上部石炭紀	Tubarao 系	Palerm 層 Rio Bonito 層 (夾炭層) ~不整合~ Itarare 層群

Parnaiba 堆積盆には、ほかの堆積盆では発達していない下部石炭系が分布するといわれている。

下部石炭系としている Poti 層とその上位に重なる上部石炭系の Piaui 層との間は不整合であると、従来考えてきているが、この不整合の存非は炭田の生成にとつて重要な意義をもつているので、これについてはとくに後章で詳述する。

Amazon 堆積盆にも石炭紀の地層が堆積している。しかし今までに判つた資料だけからみると、この堆積盆内の石炭紀の地層は海成層であり、この海成層の石油を対象にした試錐が試みられてきた。Amazon 堆積盆の中心部の石炭系は海成層であるので、この堆積の縁辺部にあつた陸生堆積物が、あるいは炭田として残存する可能性はある。アマゾン支流の Xingn 河付近に残存している炭層はこの Amazon 堆積盆の周辺相の堆積に相当するのかもしれないが、その判断は Amazon 堆積盆堆積期の海陸の分布状態が判明して明瞭になると思う。

4. 中生代

中生代に入つて、その初期の三疊紀の地層は Parana 堆積盆, Sao Francisco 堆積盆, Parnaiba 堆積盆のいずれにも堆積している。ことに Sao Francisco 堆積盆ではデボン紀・石炭紀・二疊紀の堆積がなかつたので、エオカンブリア紀の Bambui 層上に直接オーバーラップ (overlap) してのつている。Parnaiba 堆積盆においても三疊紀の地層がデボン紀の地層上にオーバーラップしていることが、Carolina-Teresina 間で見られる。

ジュラ紀の地層の分布はずつとせまく、Parana堆積盆の北半部の地域だけに限られている。ジュラ紀の前後に玄武岩の噴出溢流があつたが、この玄武岩の分布は広くParana堆積盆の全域を覆い、はるか北のCarolina付近にまで達している。

白亜紀に入ると、その堆積はParana堆積盆の北半部とSao Francisco堆積盆、Parnaiba堆積盆に広がっている。

この時代にはBahia州東部(Salvador付近)の堆積盆があらたに発生したことが注目される。

この白亜紀の地層はブラジルで唯一の油井である油層を胚胎している。

5. 第三紀

第三紀層の堆積はアマゾン流域を占める広大なAmazon堆積盆の堆積で代表される。

その堆積物の厚さはアマゾン河口のMarajo島付近で数千mに達する。

また、ブラジル東部の海岸線に沿つても第三紀層の堆積がみられる。

6. 第四紀

洪積世の堆積はSao Francisco堆積盆の東側にSao Francisco河の流路に沿つて分布している。またこれと同じ時代にCentral Brazilian Shieldの中央部にも堆積がみられるが、この堆積盆は白亜紀以前に活動してきた堆積盆の位置とはまったく別に、その西側に位置する新しい位置を占めている。

この新しい堆積盆には沖積期に入つても引きつづき堆積物が分布している。

7. 火成岩類

火山岩類の分布はジュラの玄武岩噴出以外にあまり顕著なものはない。

先カンブリア紀の地層中に貫入した花崗岩～超塩基性岩類を除けば深成岩類の進入も古生代以降は極めて限られた分布を示しているにすぎない。カンブリア紀後白亜紀にわたつて活動したIntercratonic basinの中にはほとんど火成岩類の噴出・進入がなかつたことを示している。

VI Goiás 州の地質および鉱床

1. 地 質

Goiás 州は先カンブリア紀の基盤岩類と古生代以降の堆積盆よりなる。

Goiás 州に関する地質図は、わずかに500萬分の1ブラジル地質図(1960年)と100萬分の1 Araguaia 地域地質図(1966年、その範囲は南緯5°~12°, Tocantins 河とPara州 Xingu 河との間でGoiás 州の北西部が含まれる)が公表されているのみで、全体を詳細に説明するに足る資料はない。

Goiás 州はCentral Brazilian (Guaporé) クラトンの南西部に位置し、州の南西部にはParaná 堆積盆の北方の縁部東部および北東部にはAtlantic (Sao Francisco) クラトンとの間のintercratonal basinであるSao Francisco 堆積の西縁部とParanaíba Basinの南西縁部が分布している。

Paraná 堆積盆はデボン紀から白亜紀に至る地層が分布し、Paranaíba 堆積盆はデボン紀から三疊紀までの地層が分布している。一方、Sao Francisco 堆積盆の西縁部には地質図ではシルル紀とこれを不整合に覆り三疊紀と白亜紀が分布するが、最近の知識では従来シルル紀とされたものはBambuí 統で、礫岩、珪岩、アルコーズ砂岩、シルト岩、粘土岩からなり、時に石灰岩、チャートを含み、化石は未発見で一部は千枚岩化し、その年代は6億年前後(Eocambrian)で、neritic~lacustrineの堆積物とされている。

Sao Francisco と Paraná の両堆積盆は州南東部の先カンブリア系のCanastra Archにより古生代の間分離されていた。

500萬分の1地質図によると、先カンブリア系は古いものから(C, D), (B), (A)の順に区分してある。(C, D)のうち、(C)は先ミナス統、(D)は片麻岩基盤、(B)はTocantins 統、(A)はItacolomi 統をあらわしている。比較的データの豊富なMinas Gerais 州の先カンブリア系の区分は下記の通りである。

統

Itacolomi	珪岩, 千枚岩, 礫岩
Minas	雲母片岩, 石墨質千枚岩, 珪岩, 礫岩, チャート, イタビライト, ドロマイト, 硬砂岩
Rio Das Velhas	雲母片岩, 千枚岩, 珪岩, 礫岩, 変質火山岩, 硬砂岩, レンズ状鉄鉱およびマンガン鉱
Mantiqueira	縞状片麻岩, 角閃岩

Mantiqueira 統は24億年前に貫入したEngenheiro Corrêa 花崗閃緑岩より古いとされており下部カンブリア系(始生代)に属する。これを傾斜不整合の関係でおお

Rio Das Velhas 統はItabirito 花崗岩の熱変成作用を受けており、Itabirito

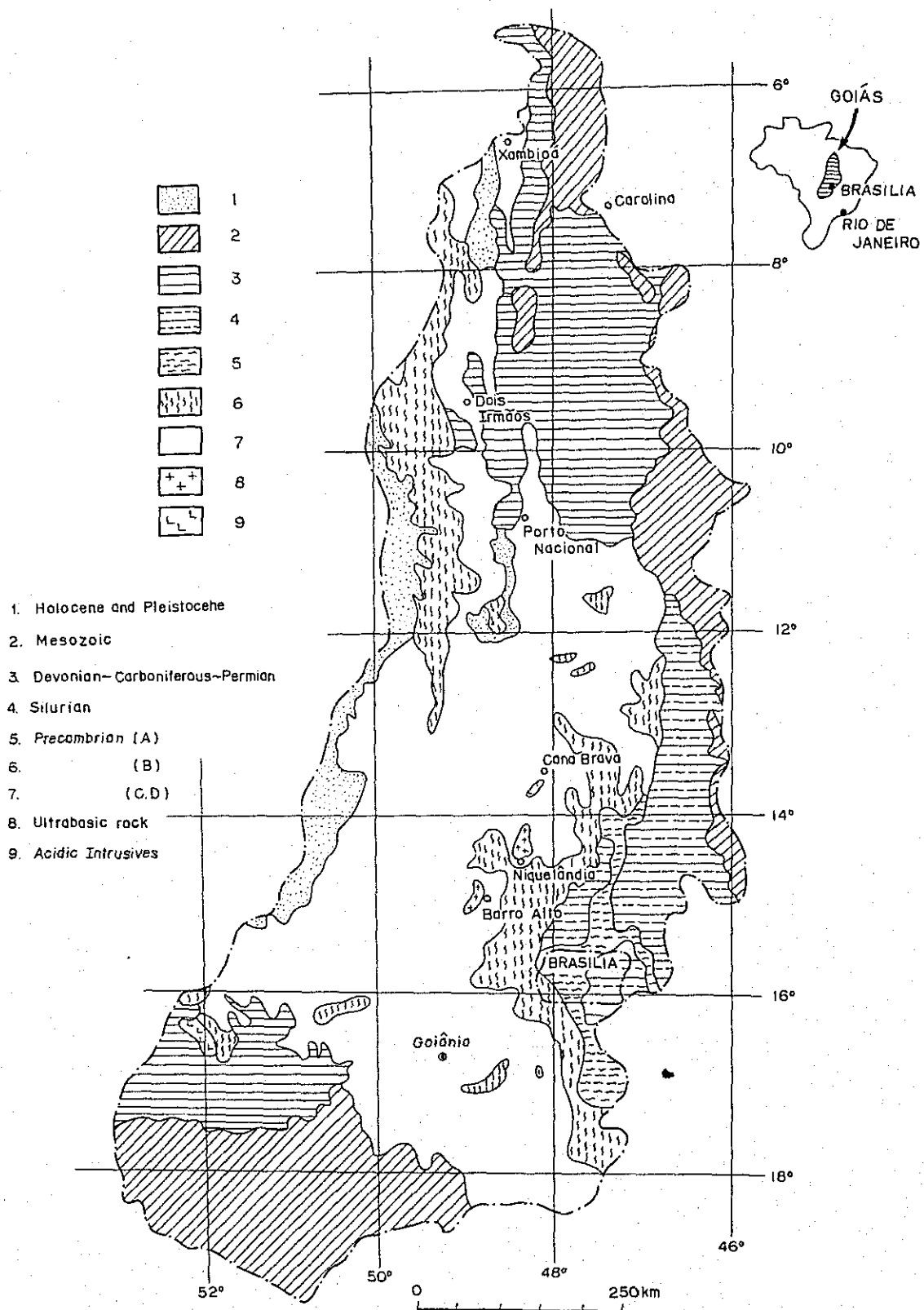
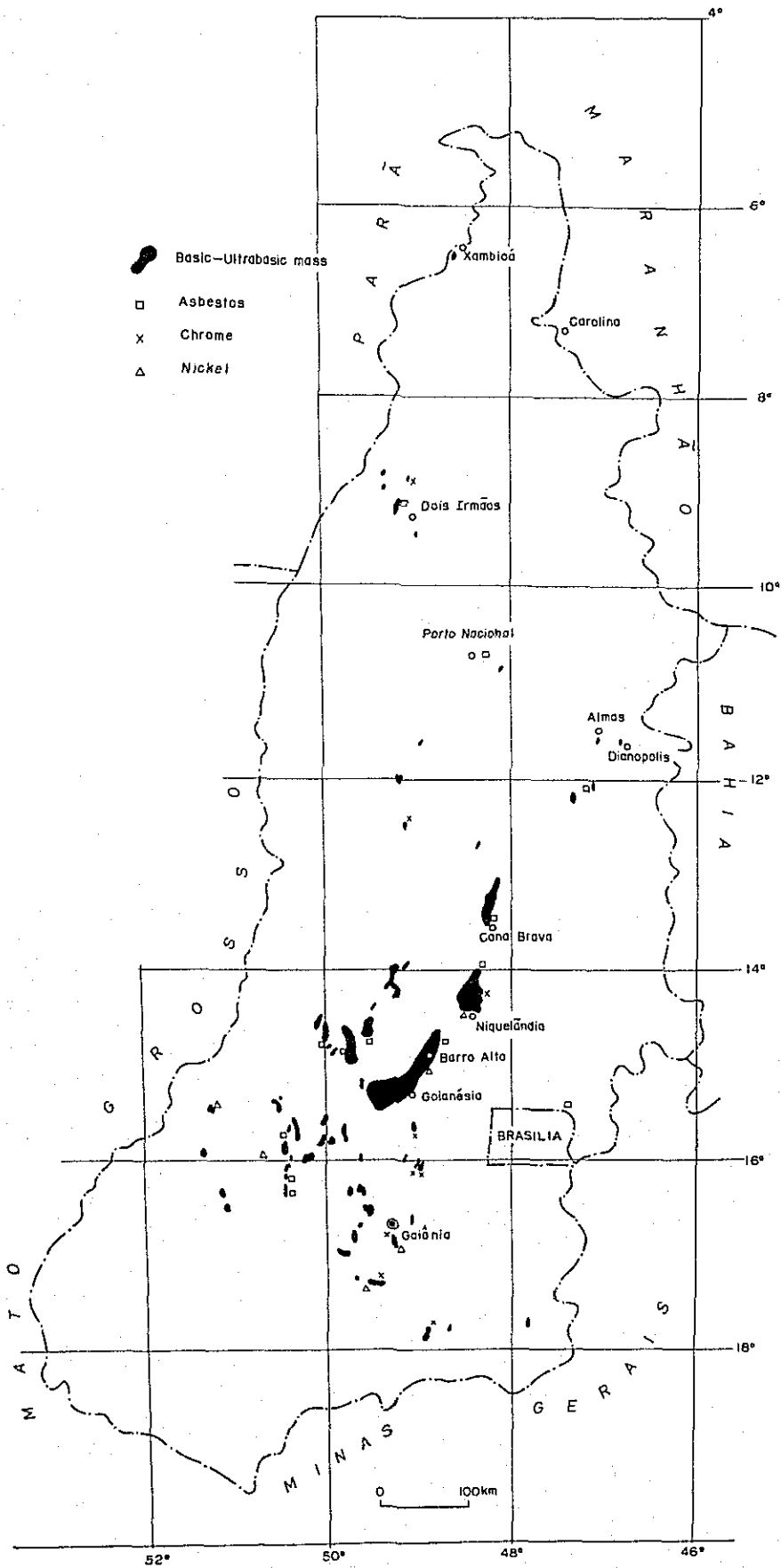


Fig. 4 Geological map of Goiás State (After Mapa Geológico do Brasil 1:5,000,00, 1960)

Fig. 5 Map showing occurrences of basic and/or ultrabasic masses, nickel, chrome and asbestos in Goiás State



花崗岩の年代は13.5億年であることから、中部先カンブリア系に属する。Rio Das Velhasを傾斜不整合に覆うMinas統と、さらにMinas統を傾斜不整合に覆うItacolomi統の年代はそれらを買ぬくItabira花崗岩の年代が5億年を示すことから上部先カンブリア系に属する。Mantiqueira, Rio Das VelhasおよびMinas統は地向斜堆積物とされRio Das Velhas統は優地向斜(eugeosyncline) Minas統は副地向斜(miogeosyncline)の堆積物で、中部先カンブリア系の時代には上記3堆積盆の地域はNE-SW方向の地向斜が存在したといわれる。Itacolomi統は陸性堆積物である。

Goiás州の地質図にみられる区分の(C, D)は従来、先ミナス統および基盤複合岩体をあらわす相当古い岩石、Bは上部先カンブリア系の下部、Aは上部を示すものと考えられてきた。しかし、(C, D)中に含まれているAraxá統および基盤変成複合岩体が少くとも11億年以前と考えられる資料がでているが、どこまで古いかは判らない。

現在、Goiás州の先カンブリア系は仮に下記のように区分されている。

Araí	珪岩, アルコーズ砂岩, 礫岩, 一部安山岩, 玄武岩,
Tocantins (Canastra)	淡緑色, 珪岩, 石灰岩, 石英-イタビライト
Araxá	花崗岩類, 雲母片岩, 緑泥片岩, 角閃岩, 片麻岩, 蛇紋岩, 石灰質片岩
基盤岩	ミグマタイト, 花崗岩類, 角閃岩, 片麻岩 など

基盤岩は岩相的にはMinas Gerais州のMantiqueira統に対比される下部先カンブリア系である。これと不整合に上位にあるAraxá統は、その模式地であるMinas Gerais州のAraxá付近でも、Minas統との関係が均直にされており、その年代も11億年以上で、Minas統よりは古い、むしろ上部先カンブリア系に属するといわれ、地質図に示す(C, D)地域の大部分に広く分布している。

Tocantins(Canastra)統は(B)をほぼ示している。これらの上位に分布するAraí統はMinas GeraisのItacolomi統に相当するものと推定され、(A)に対応させられる。

しかし、地質図で示されたこれら先カンブリア系の分布はその概略を示すのみであつて、その後10年間の間に行なわれたBrazília ProjectおよびGoiania Project*により南緯12°以南の先カンブリア系地域については大巾な改正が行なわれつつある。

F. F. M. De Almeida(1966)およびA. G. Angeiras(1966)によると、ゴイアス州の中央部には中部ゴイアス中間地塊(Maciqo Intermediário de Goiás Central)が分布しており、この地塊は基盤複合岩体とAraxá層群から構成され、ミナスサイクルに対応する中部先カンブリア紀と同時代およびさらにこれより古いものとされている。

* いずれもアメリカ合衆国 A. I. D. 資金により援助されている。

基盤複合岩体はミグマタイト、黒雲母片麻岩、角閃石片麻岩、閃緑片麻岩および圧砕状花崗岩などからなり、その年代は12億年以上にさかのぼる。一方、Araxá層群は一般に緑色片岩よりなるが角閃岩相まで変化し、優地向斜の変成水成岩によくみられるように珪線石、藍晶石を伴うザクロ石黒雲母片岩も局部的に分布し、時には変成分化作用により石英や長英や長石が眼球状となつている。一般にAraxá層群と基盤複合岩体とは傾斜不整合の関係にあるが、場所によっては不整合は認められない。そして基盤複合岩体もAraxá層群やこれよりさらに新しいBraziliaの地質構造方向に破碎されており、新しい造山運動の影響を受けている。Araxáの造山運動(Uruaqua褶曲帯と呼ばれる)は西方のGuaporéと東方のSao Franciscoの古いプラットフォームの間に発達した優地向斜帯の造山運動で、その中心部には多数の塩基性および超塩基性岩の貫入がみられる。

Uruaqua褶曲帯の両側には、上記2つの古いプラットフォームの間に、副地向斜が発達しており、西方のはParaguai-Araguaia、東方のはBrasília副地向斜と呼ばれている。Brasília副地向斜のはCanastra層群と呼ばれ、下部は珪岩を主とし、含石墨千枚岩とときに石灰岩、雲母片岩を伴い、変成度は緑色片岩相までで微弱である。さらにその上には泥岩、石灰岩などが分布する。Paraguai-Araguaia副地向斜に属するTocantins層群はGoias州北部のTocantinsおよびAraguaia河との間に分布する。

Araxá層群の時代については、地殻運動後の貫入ペグマタイト中の白雲母が8.5億年を示すこと、超塩基性岩体の年代が11~12億を示す点から、その堆積時代は少なくとも12億年以上前とされている。一方Paraguai-AraguaiaおよびBrasília造山帯はこれよりも新しく先カンブリア紀末期までに造山運動は完成した。

UruaquaおよびBrasília造山帯の構造方向は、州の南部、Goiania付近まではWNW-ESEないしNW-SE方向であるが南緯15度付近から北部はN-SないしNNE-SSW方向となる。

2. 鉱 床

約90個所で採鉱が行なわれており、そのうち生産している鉱山は35に達する。1968年度の鉱産物の生産量は次の通りである。

	ト ン	1,000 ニュークルゼイロ (約82,000円)
石 綿	67,242 (345,442)	698 (1,289)
ク ロ - ム	1,600 (17,032)	55 (677)
錫	3 (2,810)	12 (15,302)
ガ - ニ - ライト	360 (67,744)	1 (230)
ル チ - ル	284 (284)	124 (124)
石 墨	216 (22,000)	50 (2,029)

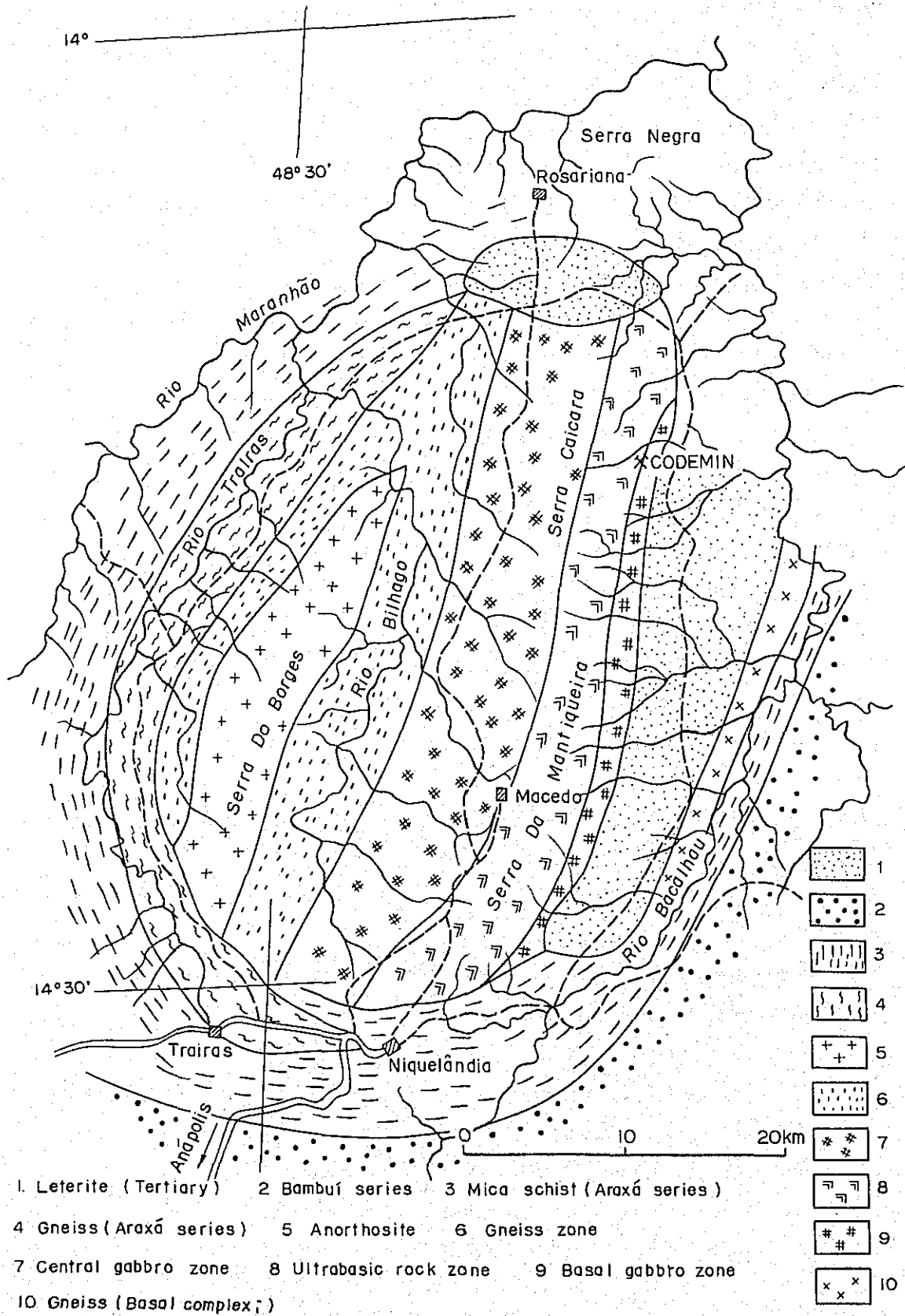


Fig. 6 Schematic geological map of the Niquelândia area, Goiás

水	晶	556	(1,182)	2,659 (4,034)
雲	母	200	(483)	50 (187)

()内はブラジル全体

これで判るように、1958年度にはわずかに8鉱種を産するにすぎず、そのうち、ブラジル全体の鉱産物のなかで重要な地位を占めるものは石綿、ルチールおよび水晶である。

第4図にニッケル、クロームおよび石綿の産地を示してある。州の南部に主として分布しているが、南部の方が開けており、北部は未調査地域が多いためである。

第5図は塩基性～超塩基性岩体の既知の岩体の分布も示しているが、これら岩体の存在は10年前にはほとんど知られていなかったもので、現在までに110個の岩体が確認されている。これらの岩体に伴うニッケル、クローム、銅および石綿などが現在探鉱中である。

これら塩基性～超塩基性岩体はAraxá層群の構造方向に一致して、州の南から北はXambioáまで分布しており東西の2帯に分けられる可能性がある。一般に紋紋岩化が著しく、これらの第二次の面および線構造が周辺のAraxá層群のそれと一致する点などからアルプス型の特長をもっている。しかし、Niquelandiaの塩基性複合岩体などは層状に分化しており、層状型の性格ももっている。

以下Goiás州およびその他の地域で訪問することのできた塩基性岩体に伴う鉱床について簡単に記載する。

今回、現地調査を実施した鉱床は、

Bahia州	Poco de Fora 地域(銅)
	Campo Formosa 地域(クローム)
Minas Gerais州	Pratápolis 地域(ニッケル)
Goiás州	Goianésia; Bapro Alto 地域(ニッケル・石綿)
	Niquelandia 地域(ニッケル、クローム)
	Cana Brava 地域(石綿)
	Dois Irmaos 地域(クローム)
	Xambioá 地域(水晶)

の8地域に存在するもので、それらの概要をここに順次記載することにする。

Poco de Fora 地域

(1) 位置および交通

この地域の鉱床は、Bahia州 Municipal CuracaのPoco de Fora部落北方および西方に位置する。

Bahia州の州都Salvadorから軽飛行機により、北方約370kmのPinnois飛行場(Rio Curaca中流)に至り、さらに自動車にて約6km南東進して、Poco de Fora

に達する事ができる。この地域の鉱床へは、Poco de Fora 部落からジープにより容易に接近する事ができる。なお、この地域はCaraiba 銅鉱床の北方約35kmに当る。

(2) 地 質

この付近一帯は、広く先カンブリア紀の下部層(基底岩類)が分布する。この下部層はミグマタイト・チャーンロック岩質片麻岩・グラニュライト・角閃岩等よりなり、準平源化を受けて広大な平坦地を形成する。そのほか、Poco de Fora 部落東方には大規模な複背斜軸に沿つて、閃長岩の大貫入岩体(Itoiba Syenite)があり、比高約200mの丘陵を構成している。

(3) 鉱 床

この地域の鉱床は先カンブリア紀下部層の片麻岩類中に存在する超塩基性岩中の銅鉱床で、地表部では二次銅鉱物の網状細脈および鉱染鉱床であるが、最近実施された試錐により、地表下50~70mで、黄銅鉱の細脈が認められている。この地域の鉱床はDNPM第4地域支所により探鉱中で、現在までにLagoa da Mina, Cercado Velho, Senhor do Lisboa, Mina Velha do Buiao などの鉱床が発見されている。

Lagoa da Mina - Poco de Fora 部落北方約13km。
輝岩を母岩とする二次銅鉱(平均品位:約1%Cu)が16~20mの深度まで連続している事が、13本の試錐により認められている。

Cercado Velho - Lagoa da Mina の南方隣接地区。
試錐により60mの深度付近で8mの間をわたつて平均1%以上の黄銅鉱々染が、輝岩中に認められた。

Senhor do Lisboa - Poco de Fora 部落西方約8km。
走向延長約200m、厚さ30~40mのレンズ状輝岩中で、6~10mの深度のビット探鉱が実施され、すべてに二次銅鉱々染が認められた。さらに試錐により地下約70mで、5m間にわたつて平均1.23%Cuの黄銅鉱を認めている。現在のところ約30,000tの鉱量が予想されている。

Mina Velha do Buiao - Poco de Fora 部落北方約5km。
すでに1940年代に立坑が掘さくされたとの事である。現在は立坑々口周辺で、蛇紋岩中にわずかに二次銅鉱の鉱染が認められるのみである。この蛇紋岩は、走向延長300m前後のレンズ状岩体を構成する。

Campo Formosa 地域

(1) 位置および交通

Salvador市の北東約300kmのCampo Formosa (Salvadorから国道および鉄道の便あり。最寄の飛行場は東方約17kmのSenhor do Bonfimにある。)の西方約20kmにあり、自動車の通行は常時可能である。

(2) 地 質

Campo Formosa の西南西に、先カンブリア紀の下部Jacobina統中に逆入した橄欖岩が露出する。この橄欖岩は東西約1 km, 南北約400 mの岩体を構成する。

(3) 鉍 床

この橄欖岩体のほぼ東端にPedrinhasクローム鉍床が存在する。この付近の橄欖岩体については、分別結晶による層状構造が明瞭で、クローム鉄鉍が厚さ約60 mの間に濃集する。この濃集帯では橄欖石濃集部(淡黄色)とクローム鉄鉍濃集部(黒色)の互層状縞状構造が発達している。

現在、東西約100 m, 南北約50 mの規模の露天堀が行なわれている。ここでは地表風化による粉末状の採掘が主であるが、一部では風化帯下部の塊状鉍の採掘も行なわれている。

選鉍は水洗およびテーブルにより行なわれ、化学用として49% CR₂O₃の精鉍を月産2,000 t生産し、その他、フェロクローム用として月産1,000 tが生産されている。

Pratapolis 地域

(1) 位置および交通

この地域の鉍床はMinas Gerais州 Municipal Pratapolisにあり、Belo Horizonteから西方約30 kmのPassosおよびPratapolisの中間Ita'u部落(飛行場があり、Sao Pauloに至る国道に面する)の南方約12 kmに位置する。自動車の通行は常時可能である。

(2) 地 質

付近一帯は先カンブリア紀のAndrelandia統(Arax'a統相当)ないしMinas統(Canastra統相当)に属する緑色片岩類より構成され、準平原化を受けて平坦地を形成している。この緑色片岩中にほぼ整合的に蛇紋岩が貫入していて、比重高約200 mの独立丘を形成する。この蛇紋岩はNW-S E方向に伸長したレンズ状をなし、長径約1 km, 短径約200 mの規模を有する。

(3) 鉍 床

蛇紋岩は山頂付近で厚さ10~20 mの間が著しい風化を受け、多孔質な玉随質石英および褐鉄鉍の集合となる(Ni:0~0.4%)。その下部の厚さ約10 mの範囲では、風化により褐色になつた蛇紋岩中の大小の割れ目に沿つて、ガーニエライトの網状細脈が発達し、鉍石となつている(Ni:1.5~2.5%)。さらにその下部では、厚さ2 m程度の低品位漸移帯(Ni:0.5~1%)を経て、黒色緻密な未風化蛇紋岩(Ni:0.2%)に移化する。E. Langer(1969)によれば、

	鉍 量	Ni 品位
確 定	750,000 t	2.2 %
推 定	3,250,000 t	1.6 %
予 想	1,000,000 t	1.5 %

が算定されている。

(4) 現 況

現在, Morro do Niquel, SAのもとで, 山腹の傾斜部の鈹化蛇紋岩が直接露出する部分で, 露天掘が行なわれ, 平均1.8% Niの鈹石が採掘されている。この鈹石から山元の工場でフェロニッケル(Ni:25%)が生産されている。フェロニッケルの生産は, 1969年10月までは約80t Ni/月の割であつたが, 同年11月以降は約200t Ni/月に急増し, 近い将来には3,000t Ni/年を予定している。

Goianésia Barro Alto 地域

(1) 位置および交通

GoianésiaはGoiás州の州都Goianiaの北方約180kmに位置する。GoianiaからBrasíliaへ通ずる国道60号線によりAnápolisのインターチェンジに至り, それから分岐してNiquelandiaへ向う414号線を約25km北上すると, Corumbade Goiásの手前でGoianésiaに至る道路の分岐点に達する。

この分岐点からGoianésiaまでは約90kmで達する。Goiania-Anápolis間は完全舗装がほとんどされているが, その他は未舗装で, 雨期における普通乗用車の運行は困難である。GoianiaからGoianésiaまではジープで約5時間を要する。

また, Anápolis - Goianésia間にはバス(1往復1日)の便がある。

(2) 地 質

Goianésia市街地の北方には, NE-SW方向に伸び, 幅約20km, 長さ約90kmの規模のGoianésia:Barro Alto複合岩体が存在する。この複合岩体はNE-SW系の一般走向を持ち, NWへ急斜する構造を示し, 南東(下盤)側に縞状細粒斑粉岩, 北西(上盤)側に角閃岩が分布し, それらの境界付近には含ザクロ石珪長質岩が含まれている。またこの複合岩体の南西端には塩基性チャノック岩が, また, 北東部の中央には蛇紋岩が存在する。蛇紋岩としては, Barro Alto付近のものが最も大規模であるが, その全貌は未だ明かでない。

この複合岩体の周辺は広く先カンブリア紀のAraxá統により構成される。Araxá統は雲母片岩を主とし, 珪岩および片麻岩を伴うものである。

(3) 鈹 床

このGoianésia:Barro Alto複合岩体に伴う鈹床として注目されているのは, Barro Alto周辺の石綿およびニッケルである。

石 綿

Goianésiaから北北東約20kmにBarro Altoの部落がある。この間はジープおよび大型車の運行が可能で, 現在バスの便がある。Barro Altoから更にRibeirao Laguna(Laguna沢)に沿つて約25km北北東に進むと, Sao Antonio de Lagunaの小部落に達する。これまではジープやトラックの通行は可能である。石綿の採鈹

地はこの小部落の北北東約3 kmにある。

この付近で、1957～1960年頃、蛇紋岩中の石綿を対象として探鉱されたが、現在は放置されている。探鉱は蛇紋岩分布地域内で、東西約300 mの間に5～6本のトレンチ（南北方向、長さ50 m前後、深さ1～2 m）を掘つて行なわれたもので、0.5～2 cm、平均0.8 cm程度の幅の石綿脈を見出した模様であるが、鉱量および品位の不足で採掘には到らなかつた。現在の鉱業権者はS.A. Mineracao de Amiantoである。

ニッケル

Barro Alto部落の南西西約2.5 kmの平坦地で、ニッケルを対象とするピット探鉱が行なわれている。Barro Altoからジープやトラックの通行は容易である。

この探鉱は含ニッケル風化蛇紋岩を対象に行なわれているもので、ピットは200 m間隔の正方グリッドを構成するように計画され、現在までに14本が完成している。深さは何れも2～7 m程度である。ピット内の観察によれば、地表から1～4 m程度の深さまではラテライトが分布し、その下位に蛇紋岩が存在する。ラテライトには黒色のマンガン団塊が含まれる事があるが、ガーニエライトは認められない。黒色蛇紋岩は黒色緻密で風化の程度は弱い、局部的にガーニエライトの網状細脈を含み、0.8～4 %程度のNi品位を有すると言われている。現在の鉱業権者はC.I.A. Mineracao de Ferro e Carvao（西ドイツ系ブラジル法人）である。

なお、Goianésia:Barro Alto複合岩体に対し、1969年にINCOが広範囲にわたつてサンプリングを実施したとの事であるが、その後の動きはない。

Niquelandia 地域

(1) 位置および交通

GoianiaからAnápolisを経て国道414号線によりNiquelandiaに達する。NiquelandiaはAnápolisの北北東約250 kmにあり、Tocantins河の上流に位置し、且てはSao Jose do Tocantinsと称された古い部落である。国道414号線は未舗装ではあるが、自動車の運行は常時可能で、現在Anápolis-Niquelandia間にバス（1往復/日）の便がある。ただし、雨期における普通乗用車の運行は困難である。

(2) 地質

Niquelandia部落北方に、NNE-SSW方向にやや伸びた山塊を形成してNiquelandia複合岩体が存在する。この複合岩体は全体として幅約2.5 km、長さ約4.5 kmの規模を有するもので、古くはW. T. Pecora（1944）の調査があり、最近ではD.N.P.M第6地域支所による図幅調査（1/6万）がほぼ完了している。

この複合岩体は南東方から北西方へ向つて累積する各種の塩基性～超塩基性岩類により構成される層状逆入岩体で、平均N25°Eの走向を有し、北西へ50°程度の傾斜を示すのが一般であるが、一部では逆傾斜を示す部分もある。最近の図幅調査の結果、この複合岩体は次のよ

うに区分されている。

上位(北西側) アノーサイト帯
片麻岩帯
中央斑粉岩帯
超塩基性岩帯

下位(南東側) 基底斑粉岩帯

これらの岩帯のうち、当地域のニッケル鉱床と最も密接な関係にあるものは超塩基性岩帯である。これは幅3~6kmの帯状をなして分布し、主として橄欖岩およびウエプステライト(輝岩の一種)により構成される。これらの岩石はしばしば蛇紋岩化作用を受け、特に南東部(下盤側)が顕著である。北西部(上盤側)では蛇紋岩が、ウエプステライトや橄欖岩中に、幅数10mないし100mの帯状をなして分布し、互層状を呈する。

Niquelandia 複合岩体の周辺には先カンブリア紀の Araxá 統が分布する。これは雲母片岩および珪岩を主とするものであるが、複合岩体に接する付近、特にその西側では緑簾石-角閃岩相の片麻岩が優勢となる。Araxá 統分布地域の外側、特に南方には、さらに上位の Bambuí 統が広く分布する。これは千板岩や粘板岩を主とし、砂岩・石灰岩を含むもので、一般に変成度は低い。また、Niquelandia 複合岩体東方の Araxá 統分布地域内に、圧砕状のザクロ石・ベルト石片麻岩が認められる。これは Araxá 統より古期の岩石で、先カンブリア紀下部層(基底岩)に相当するものと推定されている。

(3) 鉱 床

当地域の鉱床としては、Niquelandia 複合岩体の超塩基性岩に伴うニッケル鉱床群が著名である。これらの鉱床地域は、超塩基性岩帯の中、南部に相当する Companhia de Niquel do Tocantins 所有鉱区と、北部の Empresa de Desenvolvimento Minerais 所有鉱山に2分される。

Companhia de Niquel do Tocantins 所有鉱区

この鉱区の鉱床はすでに今世紀初頭に発見され、W. T. Pecora が記載した鉱床群はすべてこの鉱区内に含まれるものである。

Pecora によれば、当鉱区内の鉱床は、北から南に向つて次の6群に区分される。

Forquilha	9 鉱体
Cachimbo	12 "
Fazenda	8 "
Jacuba	5 "
Ponte Alta	1 "
Vendinha	10 "
計	45 鉱体

また、Pecora の調査結果から、これらの鉄床群において、確定鉄量 30 萬 t (Ni < 2%), 推定および予想鉄量 550 萬 t (Ni > 2%), そのほか地質的に期待されるポテンシャルリテ-イ-として、900 萬 ~ 1,600 萬 t (Ni : 1 ~ 3%) が算出されている。

鉄床は地表部の赤色粘土層 (ラテライト) の下位にある含ガーニエライト緑色粘土および風化輝岩で、代表的な Jacuba 第 2 鉄床における模式柱状は次の通りである。

	最大厚 m	Ni, %
マンガン団塊を含む土壌	1	
赤色粘土	6	0.5 ~ 1.0
漸移帯	3	
紫色粘土	15	0.5 ~ 1.5
漸移帯	5	
緑色粘土	25	2.0 ~ 5.0
漸移帯	8	0.1 ~ 1.0
輝岩		0.1 ~ 0.2

当鉄区の鉄石は 0.2 ~ 1.7% の銅を含む。最近の試錐で新鮮な母岩 (輝岩) 中に磁鉄鉄・ベントランド鉄・黄銅鉄などの一次硫化鉄物の微弱な鉄染が発見されているところから、このような銅の高含有は、ニッケル含有量の一部と共に、母岩中の一次硫化鉄物に由来するものと推定される。

Pecora により記載されている上記の鉄床群のほか、最近、Corrego Riberao (Riberao 沢) 上流の Serra da Montiqueira 東側の平坦地 (Angiquinho 地区) において、東西約 500 m、南北約 1.5 km の範囲内で、50 m 間隔のピット探鉄が行なわれている。ピット内での観察によれば、この附近の地質柱状は次の通りである。

Mn 団塊を含む赤色粘土	厚さ	1 m
赤色粘土		2 m
黄色粘土		3 m ±
風化蛇紋岩		

風化蛇紋岩の直上にある黄色粘土は、わづかに蛇紋岩の構造を残して、1 ~ 2% 程度の Ni 品位を有すると称され、これが探鉄の主対象となつているが、ガーニエライトは全く認められなかつた。黄色粘土の厚さは最大 6 m に達する模様である。

当鉄区内にはニッケル鉄石以外に、最近、Corrego Fazenda の上流の Serra da Montiqueira 東側斜面で実施されたトレンチで、クロム鉄鉄の産出が確認された。クロム鉄鉄は約 1.5 m の厚さの中で、少くとも 14 枚の層をなして濃集している。各層はいずれも幅約 5 cm で、層間は幅約 5 cm の橄欖岩である。走向延長は未だ明らかでない。

Empréza de Desenvolvimento Minerais (略称CODEMIN) 所有鉍区 Niquelandia 複合岩体の超塩基性岩帯北端に近い丘陵, Morro Oco, Morro Cabecudo および Morro Furtaé Robo の周辺, 東西約 300m, 南北約 5,000m の区域でピット探鉍が実施されている。探鉍の対象は黄色に風化した蛇紋岩である。この付近は丘陵をなすため, ラテライトの発達が悪く, 厚さ 1m 程度に過ぎない。その下位に褐色および黄色蛇紋岩が存在し, さらに下位には黒色未風化の蛇紋岩が現われる。黄色部の厚さは平均 5m 前後で, 未風化帯までは地表から 5~15m 程度である。現在のところ, ガーニエライトは全く認められない。

以上のほか, Morro Cabecudo の西側平坦地 (Corrego Boqueirao 上流) のラテライトに対しピット探鉍が行なわれたが, 丘の麓付近でのみ小範囲に 1% 前後の Ni 品位が認められるに過ぎず, 平坦地の中心部では全く不毛であつたとの事である。現在, Morro Furtaé Robo 西側の平坦地でピット探鉍が準備中である。

Cana Brava 地域

(1) 位置および交通

Municipal Uracu の北東隅に存在する。Rio Cana Brava および Rio Maranhao (Tocantins 河の上流) に挟まれた地域に当る。この付近への交通は Goiania または Brasilia から軽飛行機により空路 Cana Brava 鉍山飛行場に達するのが最も便利で, 所要時間は 1.5 時間程度である。陸路をとる場合は, Anápolis から Belém に至る国道 153 号線により Uracu の北方約 60 km に至り, それから Cana Brava 鉍山への道路に入り, 約 150 km で鉍山に達する。Goiania から鉍山までは道路ぞいに約 740 km で, 乾期で 15~18 時間, 雨期では 2 昼夜を要する。

(2) 地質

Cana Brava 地域については, 全般的な地質調査は未だ実施された事がなく, 詳細は明かでないが, Rio Maranhao および Rio Cana Brava に挟まれたほとんどの南北に伸びる山塊を構成して, 東西約 10 km, 南北約 55 km の規模を有する塩基性~超塩基性複合岩体の存在が知られている。

現在この複合岩体において稼行の対象となつている鉍床は蛇紋岩中の石綿鉍床である。現在稼働中の Cana Brava 石綿鉍山は, Cana Brava 複合岩体の南端に位置する。この付近の複合岩体は斑岩を主とするものであるが, 最南端には数個の蛇紋岩体が分布している。複合岩体の周辺には, 緑色片岩層, 泥質および砂質片岩層, 珪岩および千板岩層が, 複合岩体の見かけ上の下位岩層として広く分布する。これらの岩層は, 先カンブリア紀の Araxá 統に相当する。

(3) 鉍床

複合岩体最南端の蛇紋岩中には石綿脈が所々で見られるが, 稼行の対象となりうるものは 3 鉍体で, A, B および C 鉍体と称されている。

A 鉍体は現在採掘中のもので、南北約600m、東西50~80mの細長い水平断面を持ち、西へ傾斜する。南北350m、東西50~100mの規模で露天掘が行なわれている。鉍石は滑石化した蛇紋岩中に縦横に入る石綿の網状細脈で、すべてクロスファイバーである。ファイバー分の品位は平均7%と称されている。ファイバーの長さは数mm~1cmが普通で、最長のものでも1.4cm程度である。

B 鉍体は一部剝土されているが、A 鉍体に比べて表土が厚く(20,000m²との事)、まだ採掘には至っていない。

C 鉍体は露頭のみで詳細は明らかでないが、AおよびB 鉍体よりは遙かに小規模である。

現在までに得られた確定鉍量(50mの深度まで算定)は、粗鉍約600萬t(ファイバー品位7%)である。この確定鉍量中、約半はA 鉍体のものであり、残りの約半はB 鉍体のものである。

(4) 現 況

鉍業権者 : SA, Mineracao de Amianto

従業員 : 400名

採掘量 : 粗鉍 20,000t/月, 品位 7%

廃石 6,000t/月

選鉍場 : 10,000~11,000tファイバー/年

Dois Irmaos 地域

(1) 位置および交通

Dois Irmaos de Goiasの北方約40kmにあり、交通は至つて不便である。現地に陸路で到達する事は、現在のところ極めて困難で、やはりGoianiaまたはBrasiliaから軽飛行機にたよるばかりではない。Dois Irmaos部落北方約30kmの小さい飛行場が最寄の飛行場であるが、雲の多い時には、滑走路の発見および着陸は困難であり、晴天の日を選ぶ必要がある。飛行場からはジープの通行可能な道があり、約10km北進して牧場牛の一軒屋に着く、これからは徒歩によるばかりはなく、約1.5kmで現地に到達する。

(2) 地 質

付近一帯には雲母片岩を主とするArax'a統の岩石が分布するが、準平原化をうけて広大な平坦地を形成している。現地付近はこの平坦地の中に孤立した比高約200mの丘陵をなす。

(3) 鉍 床

上記の小丘にクロム鉄鉍を含む転石が発見され、現在までに転石濃集部として8ヶ所が知られている。最近、長さ約7m、深さ1m前後のトレンチ探鉍が転石濃集部において、2ヶ所で実施されたが、何れも岩盤中のクロム鉍を発見するには至っていない。現在までに、転石鉍床として約1,000t(Cr₂O₃ 45%平均)の鉍量が算定されている。なお、含クロム鉄鉍転石濃集部には、橄欖岩および輝岩の転石もみられる。

鉍業権者 : Magnesita. SA.

鉍床名 : Cromita de Araguaema

Xambioá 地域

(1) 位置および交通

Xambioá は Rio Araguaia の東岸にあり, Goiás 州最北部の南緯 6° 付近に位置する。Xambioá に至るには, Maranhao 州 Carolina (Belém, Goiania, Brasilia から商業航空の便あり) から軽飛行機で直接到達するのが最も便利で, この間約 1 時間を要する。

(2) 地質

付近一帯は Rio Araguaia による河岸堆積物が広く分布し, 低平地を形成しているが, 山手に入れば, Araxá 統の雲母片岩の露出が認められる。

(3) 鉍床

この付近では 1952 年以後水晶の採掘が続けられて来ている。水晶の鉍床としては, 地質的に見て 2 種類のものがある模様である。1 つは Rio Araguaia による河岸堆積物中の河成鉍床であり, 他の 1 つは Araxá 統中のペグマタイト鉍床である。

河成鉍床は Rio Araguaia 河岸の平坦地にあり, 深さ 2~3 m のトレンチおよびピット掘りにより, 透明水晶を採取するもので, 極めて原始的な採掘が行なわれている。Xambioá 付近には応時の採掘路が無数に見られる。ごく極には紫水晶が産出する模様である。水晶には結晶面の整つたものは全くなく, 何れも大結晶の破片として産するものである。

ペグマタイト鉍床は Rio Araguaia の東岸の山中に見られるもので, Araxá 統の雲母片岩を貫ぬく。現在採掘されているものは, 地表に近い風化帯に属し, 長石および鉄・珉土鉍物はすべて粘土化し, 石英のみが風化に抗して残存している。この場合もピットやトレンチ掘りにより透明水晶のみが採取されている。また, 結晶面の整つたものは産出せず, 何れも破片となつている。

分析値

今回の調査において, 現地で採取した試料, 特に Ni の含有が期待されるものの若干について, Sao Paulo 大学 Takao Komaki 氏に迅速分析を依頼した。その結果は次の通りである。

<u>Niquelandia 地域</u>			Ni, %	Cu, %
Jacuba	第1 鉱床	緑色粘土鉱	2.1 (0.84)	1.9 (0.27)
Jacuba	第2 鉱床	スリット サンプル	2.8 (1.72)	11.0 (1.90)
Angiquinho		ラテライト	1.9 (0.56)	0.6 (0.25)
"		黄色蛇紋岩 (風化)	1.8 (0.33)	1.4 (0.01)
Codemin		黄色蛇紋岩 (風化)	1.1 (1.00)	0.2 (0.01)

<u>Barro Alto 地域</u>				
CIA.Min. de Ferro e Carvao		風化蛇紋岩	2.1 (0.56)	0.0 (0.00)
"		ラテライト	1.5 (0.52)	1.1 (0.01)
"		Mn 団塊	1.8 (0.52)	3.9 (0.01)
"		風化蛇紋岩	1.8 (0.46)	0.0 (0.00)

<u>Cana Brava 地域</u>				
Cana Brava 石綿鉱山	第2 鉱体上の	ラテライト	1.7 (0.51)	2.3 (0.01)

<u>Pratápolis 地域</u>				
Morro do Niquel		高品位鉱	3.2 (2.85)	0.0 (0.00)
"		低品位鉱	1.4 (0.86)	0.0 (0.00)

()内は帰国後、大津秀夫による分析

Sao Paulo 大学と大津秀夫による分析値には相当な開きがあるが、これは試料の不均質によるものが、分析法の差によるかは判らない。

VII 石炭資源の調査

1. 原料炭の位置づけ

ブラジルの石炭鉱業はブラジル南部の3つの州(Parana州, Santa Catalina州, Rio Grande do Sur州)内のおよそ40炭鉱からの出炭によつて支えられている。

これらの炭鉱が稼行している炭層は、いづれも地質学的にはParana堆積盆に堆積した石炭紀の地層に属するもので、Parana堆積盆の東翼にだけ分布しているものである。炭層の生成された地質時代は上部石炭紀で、Tubarao系のRio Bonito層と呼ばれる夾炭層中に夾在する。

夾炭層の厚さは80m前後で、炭層は上から

Treviso

Barro Branco

Irapua

Ponte Alta

Bonito

Pre Bonito

の6枚の炭層がある。しかし、主要稼行炭層はBarro Branco層である。地域によつてはIrapua層も採掘されている。

(1) 出炭

出炭の大半はSanta Catalina州からで、他の2州の石炭は炭質が劣るために、原料炭にはならない。

過去3ヶ年間の州別出炭を示すと次表の通りである。

(単位: ton/年)

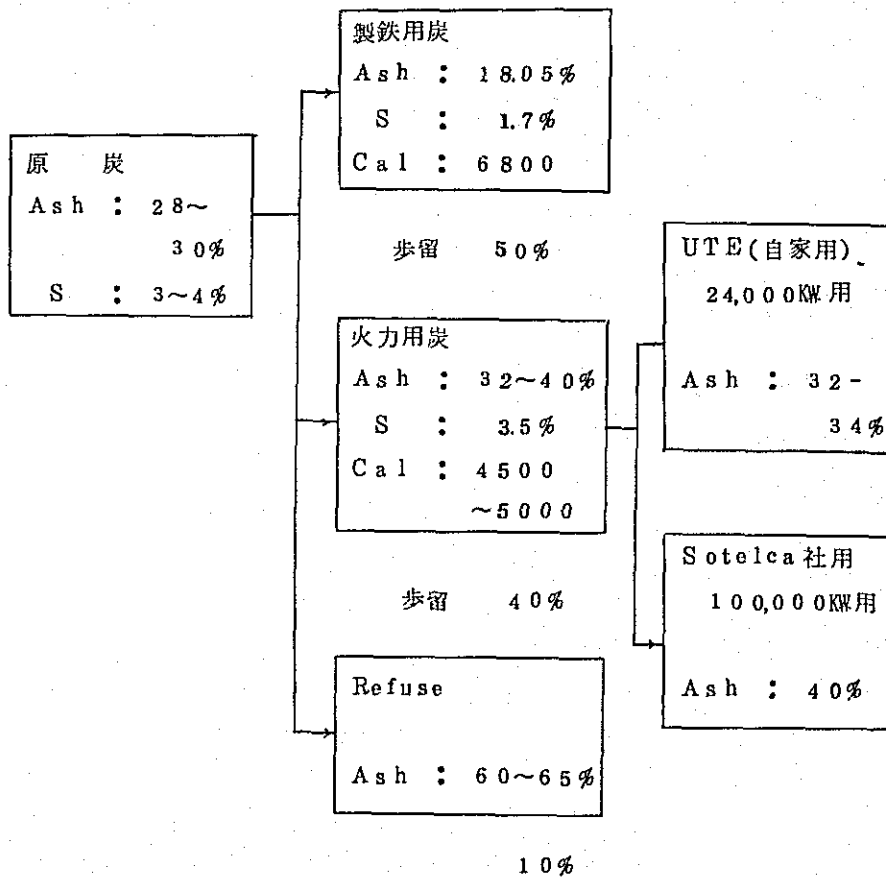
年 州名	1967	1968	1969
Rio Grande do Sur	925,886	995,543	1,005,861
Santa Catalina	3,097,300	3,489,543	3,706,728
Paraná	315,599	342,504	414,762
Total	4,338,787	4,827,590	5,127,350

しかし、製鉄用コークス原料に使える石炭はSanta Catalina州からの出炭の約半にすぎない。

国営製鉄会社(Compania Siderurgica Nacional [CSN])は炭礦地帯からおよそ46kmの位置にあるCapivavri(Tubarao群)に選炭工場を設け、ここま

原炭を鉄道で輸送して、製鉄用原料炭の選別を行なっている。

選炭による銘柄の構成は次の通りである。



従つて製鉄用原料炭の最近の産出量は、上掲の州別出炭表に示した出炭量のうち Santa Catalina 分の 50% にあたる 180 万トン (1969 年) である。

原料炭は Capivari の選炭工場からさらに 30 km の位置にある Imbituba 港 (積込能力 300 t/時) まで鉄道で送られ、ここで船積みされ、海路をへて次の製鉄所に送られている。

① 国営製鉄

Volta Redonda 工場 (Rio de Janeiro 州)

② Usiminas 製鉄

Ipatinga 工場 (Minas Gerais 州)

③ Cosipa 製鉄

Piacaquera 工場 (Sao Paulo 州)

最近増設された Usiminas 製鉄と Cosipa 製鉄の 2 つ会社の新しい石炭需要のために、原料炭は一層その重要性を増している。

ブラジル政府は国産原料炭の使用量を製鉄用原料炭の総消費量の 40% にするよう指導しているが、実績は 32% 前後といわれている。国外からの輸入量は 400 萬トン前後と思われる。

ブラジルの原料炭消費量は 1969 年度では国産炭と輸入炭を併せて 560 萬トン（推定）であるが、1975 年には 700~800 萬トンの需要があるといわれている。しかし、国内炭の増産によつて原料炭の需要をまかなうためには、選炭の過程で原料炭の増産と比例して増産されてくる二号炭（電力用炭に使用する以外に用途がない）の新しい需要を開拓することが必要になつてくる。

調査した当時でも Capivari の選炭工場の貯炭場には 150 萬トンの火力用炭の貯炭をかかえていたし、水力に恵まれた南部の諸州では火力発電所の建設には消極的な傾向がみられる。

(2) Barro Branco 層

Santa Catalina 炭田の稼行炭礦は

- ① 露天掘採掘の Sideropolis 炭礦 (15,000 トン/月)
- ② 坑内掘採掘の Prospera 炭礦 (17,000 トン/月)

の 2 つが主力炭礦である。

この 2 炭礦の主要稼行炭層は Barro Branco 層で、その山丈は 1.65 m であるが、炭層の良炭部層は上盤づきの Forro (炭丈 30 cm 以下) と下盤づきの Banco (炭丈 50 cm 前後) だけで、総炭丈は 80~60 cm にすぎない。

採掘のさいは良炭部層だけを抜き掘りして、中間にある Quadracao (80 cm) は捨てられている。しかし、坑口から出炭される原炭中に狭みの混入することが著しいため、坑外で一旦自家用水洗機 (Pre-Washer) を用いて選別して硬石を抜いたのち、Capivari の選炭機に送炭している。

この水洗の過程で坑口出炭原炭の 50% は硬石として捨てられている。従つて、原料炭の歩留りを坑口から搬出される原炭の重量に対する歩留りに換算してみると、僅かに 25% にすぎない。

(3) CPCAN

このように歩留りも低く、生産性もよくない国産炭を保護しながら、産出を続けさせている理由は、かつてブラジルが第二次大戦中に外国炭の輸入の途をとざされて、苦杯をなめた経験をもつており、この苦しみを再び味わまいとの強い決意が為政者の心の底にあるからである。

石炭計画委員会(CPCAN)は石炭の生産・供給の面での調整を行ないながら、一方では新しい炭田の調査についても積極的な動きを示し始めている。Pará州との協力の下に行つたアマゾン河支流の調査や、CPCAN自身が行つたTocantins河流域の石炭調査はそれ自体としてはポジティブな結果をもたらさなかつたが、広域調査への布石の一つとしての役割を果たしてきた。ブラジルにおける原料炭の位置づけは今後とも重要な立場を占めるものであろう。

2. 炭田と堆積盆

古くから炭層露頭の存在は知られていたが、ブラジルの炭田候補地が本格的な調査を試みられるようになったのは最近のことである。ブラジルに賦存している炭層は、現在稼行している南部諸州の石炭を始めとして、その起源はブラジルの槽状地間に発達したintercratonic basinの堆積物である。石炭の堆積した時代は石炭紀で、次の3つの堆積盆が石炭調査の対象になっている。

- ① Paraná 堆積盆
- ② Parnaíba 堆積盆
- ③ Amazon 堆積盆

(1) Paraná 堆積盆

この堆積盆はSanta Catalina・Rio Grande do Sul・Paraná・Sao Paulo・Goiásの諸州にまたがって、ブラジル南部の地域を占め、その北の縁辺はMato Grosso州の中央部まで達している。また、堆積盆の西の縁はMato Grosso州よりバラグアイの中央部を横切つて、ウルグアイに達している。その分布する面積は100万km²の広域にわたっているが、炭層はこの堆積盆の南東の縁辺部(ブラジル国側)だけに発見されているだけで、堆積盆の北縁や西縁にはみつかつていない。

Paraná堆積盆東側の石炭系は、夾炭層からできている上部と氷河堆積層である下部(Itararé層群)とに区分できるが、堆積盆の北西の縁辺部として露出する地層はAquidauana系またはPalermo層と呼ばれる氷河堆積物と砂岩層の互層で、所によつては三角州の堆積相も示すが主として水底に堆積した地層である。Auidauana系がTubarao系の下半部だけに対比される地層であるのかそれとも、Tubarao系の全層位と対比できるものかどろかは充分判明していない。

現在までに判つている資料だけから判断すれば、炭層は堆積盆の東側だけに発達していて、西側には存在しないといえそうである。

(2) Parnaíba 堆積盆

この堆積盆はPiauí州・Maranhão州の全域と、Pará州の東部、Goiás州の北部にかけて広がっており、その堆積物はデボン紀以後の地層である。

Parnaíba 堆積盆の南側には Sao Francisco 堆積盆が続いている。この2つの堆積盆は別々の堆積盆として発達してきているが、三疊紀以後には一続きの堆積盆に発展している。

Parnaíba 堆積盆の東翼に当る Piauí 州の Teresina には、下部石炭系と考えられている地層 (Poti 層) が発達し、この地層が夾炭層であることは判明しているが、炭層の探査はまだ行なわれていない。

今回、鉱山動力大臣から調査の要請を受けた Carolina 附近に発達している夾炭層もこの Parnaíba 堆積盆の堆積物によつて形成された向斜構造の南部に位置しており、この夾炭層もまた下部石炭系の Poti 層に相当するものである。

Parnaíba 堆積盆の西翼の最北部の炭層露頭は、Tocantins 河と Araguaia 河の合流点に当る Sao Joan 付近にも表われている。

Parnaíba 堆積盆の炭層露出地点は Teresina・Carolina・Sao Joan と互に遠く離れているが、この3つの露出地を結ぶ堆積盆の拡がりは 32 萬 km² にも及んでいる。この堆積盆の石炭系から産出する植物化石はむしろ北米型に近いもので、Paraná 堆積盆にみられる Gondwana 大陸型の植物群とはちがうものであるらしい。このことが事実であるならば、石炭紀の地層の堆積時には Paraná 堆積盆と Parnaíba 堆積盆とは、水路の連絡のないまったく別個の堆積盆として存在していたものと考えてよい。

(3) Amazon 堆積盆

この堆積盆は Pará 州と Amazonas 州にわたつて発達したもので、シルル紀以後に引続いて沈積が行なわれている。

この堆積盆に発達した舟底型の向斜構造の向斜軸方向は Amazon 河の流路の方向に一致しており、Amazon 河の両岸に向斜両翼の地層が分布している。

この地に発達する石炭・二疊紀の地層は海成層で、その中に胚胎している石油を目的とした探査・試掘が最近15年間において実施されてきた。

1955年には始めて油層が発見されたが、経済的に引きあう程の油量には乏しかったのか、最近では試掘井も活発には掘られなくなつてきている。

Amazon 堆積盆の堆積物の厚さ・地層が生成された地質時代などについては、PETROBRAS の調査によつて判明しているようだが、その詳細は発表されていない。

先年、Amazon 調査に参加されていた坂本峻雄氏によると、「古生層の分布は Amazon の中央区域には認められるが、Amazon 河口の Marajo 島附近では古生層が欠除しており、基盤の先カンブリア系の上に直接、白亜系及び第三系の厚い海成層と陸成層の互層がのつている」ことが PETROBRAS の試錐から判明している。

「Amazon 堆積盆はかつては西方の海にむすばれていて、東側は陸地であつたが、中新世以後に起つたアンデス山脈の隆起によつて、Amazon 堆積盆の流路は東に向つて流れるように

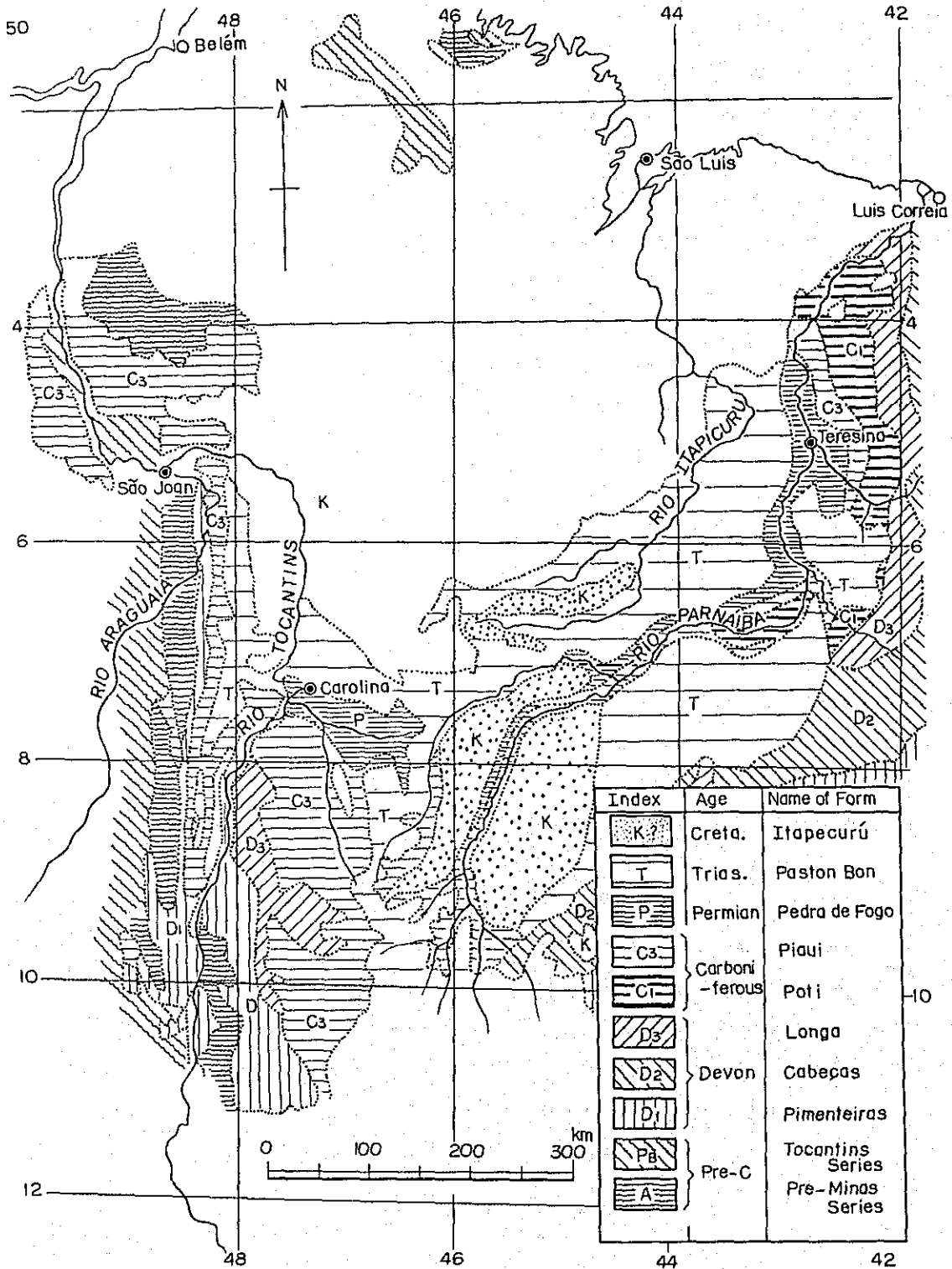


Fig. 7 Geological map of Parnaíba coal basin

なり、東側の大西洋に注ぐようになつた」と述べたF. Katzer説は、このPETROBRASの試錐の結果からも一致するようである。

石炭紀 - 二疊紀にアマゾン河の本流付近に堆積した地層は海成層であつたとすれば、その縁辺部には陸成層を堆積させた地域が発達していたかもしれない。それがアマゾン河の支流地帯に分布していたが、その後で侵蝕されてしまつたのか、現在も残つているのかはまだ判つていない。しかし、アマゾン河の南岸の支流地帯でカンプロ、オールドビス紀の地層や先カンブリア紀の地層の上に直接重畳してくる地層については炭田の候補地として研究する必要はあり、調査する価値はある。

Sao Paulo大学のMendes博士はAmazon堆積盆の研究をつづけておられるが、Amazon堆積盆とParnaiba堆積盆の動物化石の極めて近縁なことから、かつて両堆積盆は互に水路でつながつた一連の堆積盆であつたかもしれないと話しておられた。もしこれが明らかにされた暁にはParnaiba堆積盆内での陸生層の分布についても、異なつた予想をすることができる。

石炭・二疊紀だけをとつて考えてみても、上に述べた3つの堆積盆が互に水路を以て結ばれ合つていた時代があつたのか、それとも完全に独立し合つた3つの堆積盆のままであつたのか、今後究明しなければならぬ問題である。しかし、現在判明している地質学的な資料は広大な面積に比してあまりにも少なく、判断するにはなお程遠いほどの稀薄さである。

3. ブラジル北部の炭徴地

ブラジルの人口は大半は南部、ことにその海岸地帯に集まつているので、南部の炭田の調査については進展しているしその開発も行なわれてきた。しかし、北部についての調査はごく最近になつて開始された状態である。

人口の稀薄な北部では道路網の発展はおそいので、輸送・通信・住居の設備を悪く、衛生状態の悪い環境下において、常に能率の悪い調査を強いられる不利がつきまとう。しかしここ数年のうち、この悪い条件をもかえりみず、次々と炭田調査がおし進められている。

現在までに進められてきた炭田調査地は次の通りである。

- (a) Amazon河最上流 (Solimoes地区)
- (b) Xingu河流域
- (c) Tocantins河流域 (Carolina地区)
- (d) Piaui州 (Teresina附近) 計画中

上掲の調査地を調査するに当つて、CPCANが直接調査者を派遣することもあるが、調査地の土地事情にあわせて、直接に探鉱会社に請負わせたり、調査地の所在地の州政府の調査機関と協力し、間接的に資金供与の形をとる場合などがある。

以下に項を追つて、各々の地域の調査の背景・判明した事項などを述べる。

(1) Amazon河最上流 (Solimoes地区)

アマゾン河最上流の石油調査のとき、試錐 [Jtst-I-Am] によつて炭層の存在が確認された。場所はSolimoes河(Alto Amazonas河)流域の西経 $67^{\circ}52'50''$ 、南緯 $4^{\circ}13'50''$ 付近である。

当時の調査対象が石油であつたため、石炭のコアも採取されていなかつた。CPCANはCOMPEQUE(ブラジル国法人)とOTTO GOLD CO.(ドイツ系法人)に依頼して1966年に5ヶ所の地点で試錐調査を実施した。

この調査の結果、炭層は第三紀層中に挟在する亜炭層であり、連結性のない局所的に分布するレンズ状鉄床であることが判明した。

(2) Xingu河流域

(位置)

Pará州の南部、Amazon河南岸の支流Xingu河をさかのぼること600km、Xingu河の支流Fresco河にこの炭徴地がある。

(過去の調査)

この地に石炭が賦存することは古くから知られていた。1928年以來5回に及ぶ予察報告が異なつた調査者によつて報ぜられていたが、交通の不便な場所であつたため、その全体を知りうる報告はなく、石炭の層位・炭質・炭量についても調査者の観察内容はまちまちであつた。

最近になつてCPCANとPará州が協力してこの炭徴地の調査にとりくみ、3ヶ年に及ぶ詳細な作業が続けられてきた。その調査内容の細部はまだ公表されていないが、調査者から聴取した内容を含めて、この炭徴地の概要を述べる。

(IDESPの調査)

Pará州の所属研究機関であるPará州経済開発研究所(Instituto do Desenvolvimento Economico-Social do Pará [IDESP])はその下部機構である天然資源課(Sector de Recursos Naturais [SRN])に命じてXingu河流域の石炭地質調査を実施させた。

この調査は1967年より3ヶ年間継続して行なわれた。調査範囲は

南緯	7°	~	8°	}	面積	$29,000 \text{ km}^2$
西緯	50°	~	52°			

であつた。

調査の手順は次の1~7項目で、項目の順序に従つて作業が進められた。

① 航空写真のモザイク作成(1967年)

縮尺1/4.5萬の航空写真を1/10萬のモザイク写真図にまとめた。写真は米軍撮影のもので厚画の規格は9インチ×9インチ、レンズはMetrogonと思われる。

② 航空写真判読で地質図作成

[SRN]の下部組織であるGrupo de Estudos de Geologia e Minas [GEGM]が原縮尺写真を用いて、写真判読によつて写真地質図を作成し、併せて河川図をも用意した。

③ 原住民の宣撫

調査地の原住民(裸族)の宣撫を行ない、調査に協力させる必要があつた。

④ 河川に沿つた地表地質調査(1968年)

写真判読結果のチェックと、露出岩石のサンプリング調査、石炭露頭の皮はぎ

⑤ ヘリコプターによる調査(1969年)

地質図のチェックのため、地層の追跡調査にヘリコプターを使用した。

⑥ 石炭露頭附近の大縮尺地形図の作成

⑦ 試 錐

(地質の概要)

IDESPの調査結果は未だ公表されていないので、IDESP作成の地質図をここにかけることにはできない。しかし、この調査が行なわれる以前にDNPMによつてあらかじめ調査作成されていた地質図(1966年)があるので、この図を示して(第8図)、地質の概要を述べる。

Barboasaによつてまとめられた(Araguaia Project地質図)によると、Fresco河流域に露出する地層は次の通りである。

地 層 名	地質時代	岩 質
Gorotire層	不明(古生代?)	砂 岩 (含礫)
夾 炭 層	不 明	石炭を挟む 完岩
Rio Fresco層	オルドビス紀	暗灰色 粘板岩
Tocantins系	先カンブリア紀	鉄鉱層を挟む 片岩
Araxá系	"	雲 母 片 岩

(炭層層位)

炭層はRio Fresco層とGorotire層の中間の層位に当る地層中に挟在する。しかし、夾炭層の発達する地域は極めて局所的で、その分布範囲も極めて狭小であるため、夾炭層の層位については色々意見が発表されてきた。過去の調査報告では「炭層がRio Fresco層中に存在する」と報ぜられたり、またあるいは「炭層はGorotire層中であつて、広大な区域に分布するものと予想される」と報ぜられたことがある。

(炭層の賦存状況)

夾炭層の分布はFresco河の流路に沿つて散見できる程度であるが、観察・実測された小範

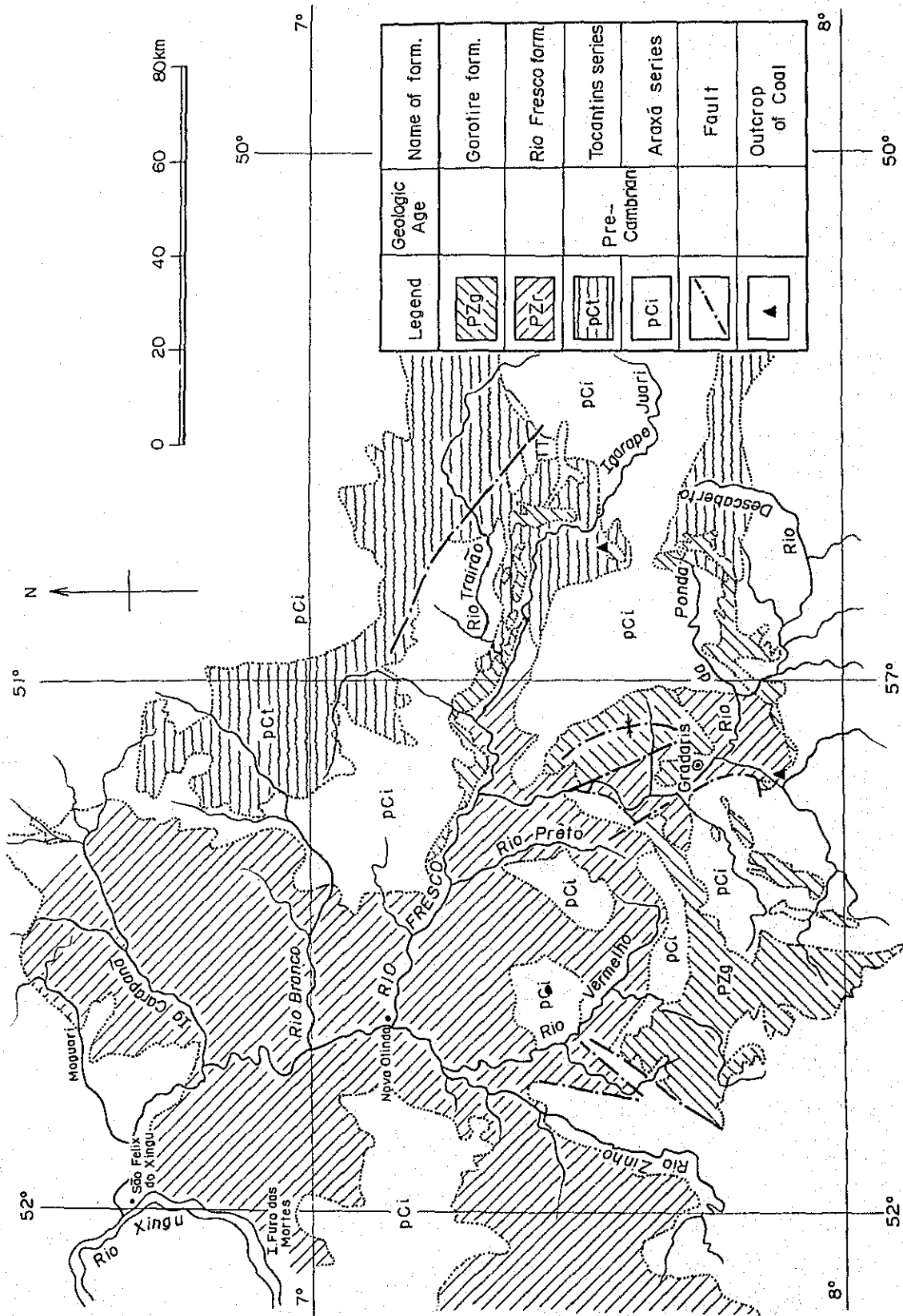


Fig. 8 Geological map of coal project in Rio Fresco area, Pará.

田の露頭区域だけでも、その走向は不定で、断層により切られており、安定した地質構造を示していない。しかし炭層の炭丈はおよそ2mである。

(炭質)

採集された石炭は暗色のにぶい半金属光沢を備えた無煙炭である。

国立Rio Grande do Sul大学の分析値は次の通りで、

工業分析値

番号	11/125	12/125	E 127
水分	3.8	4.0	4.7
灰分	36.3	32.0	44.3
揮発分	5.0	5.2	6.9
固定炭素	57.1	61.0	47.3
硫黄分	1.6	1.6	1.4
カロリー	5022~4047	5309~5224	4137~4036

この表から無水・無圧ベースに換算すると、固定炭素分(平均):94.5%, 燃料比:10.4%, 純炭カロリー:7,900~8,400のanthraciteに分類される。

また、元素分析値は次の通りである。

元素分析値

()内は純炭ベース

番号	11/125	12/125	E 127
Carbon	58.1 (91.5)	62.7 (90.1)	49.8 (88.7)
Hydrogen	1.46 (2.30)	1.66 (2.38)	1.93 (1.52)
Nitrogen	0.6	0.6	0.5
Oxygen	4	5	6

(意見)

この炭田の炭層分布規模は小さく、地質構造も安定していないので、経済的には問題にならない程のものである。

しかし、IDESPはこの調査によつて先カンブリア紀の鉄鉱層を挟む地層の発見をすることができた。なお、この地域の石炭調査は今後鉄鉱開発のための道路網が発達するのをまつて、

再度検討した方がよいと考える。

(3) Tocantins 河流域 (Carolina 付近)

(位 置)

Maranhao 州とGoia's 州の州境を流れているTocantins 河の流域にあるCarolina 付近である。調査候補地に選ばれた範囲は西経 $47^{\circ} 30'$ ~ $48^{\circ} 30'$, 南緯 7° ~ 9° の区域である。

(過去の調査)

1913 年頃からTocantins 河流域に石炭露頭のあることが知られていた。

DNPMは1957 年代からAraguaia・Tocantins 河流域の広域調査を開始し、その調査結果がまとまって、Araguaia Project 地質図(前述)として1966 年に発行された。

この地質図を基本としてCPCANは1967 年~1969 年にわたって試錐調査を行なった。

(CPCAN の調査)

CPCANはCarolina (Maranhao 州) とAraguaiana (Goia's 州) を結ぶ線以南のおよそ150 km の範囲に、9 本の試錐調査を実施し、石炭の賦存状況をたしかめた。

CPCAN の試錐地点とその地域の地質図は第9 図に示した。この試錐で石炭の薄層を確認できた地点は2 号と4 号の2 ヶ所で、何れもCarolina に近いTocantins 河東岸の地点だけであつた。Tocantins 河の西岸地帯には5 ヶ所の地点で試錐が行なわれたが、石炭を発見することはできなかった。

第10 図はCPCAN に呈出された試錐調査報告書から抜書きした地質柱状図を示している。地質柱状図の対比は報告書中の記載とは別に筆者が試みたものである。この試錐による地質資料に、地表観察から得た知見を加えて、Carolina 付近に発達する地層の層序の概要を述べる。

(層 序)

分布する地層の層序を示すと次の通りである。

層	時代	記 事
Pastos Bon	三 疊 紀	Pedra de Fogo 層 (Carolina) (以東に分布)
(Permian)		
Piaui	上部石炭紀	
Poti	下部石炭紀	
不整合		
Longa	上部デボン紀	
Pimenteiras	下部デボン紀	
不整合		
Pre Minas series	先カンブリア紀	

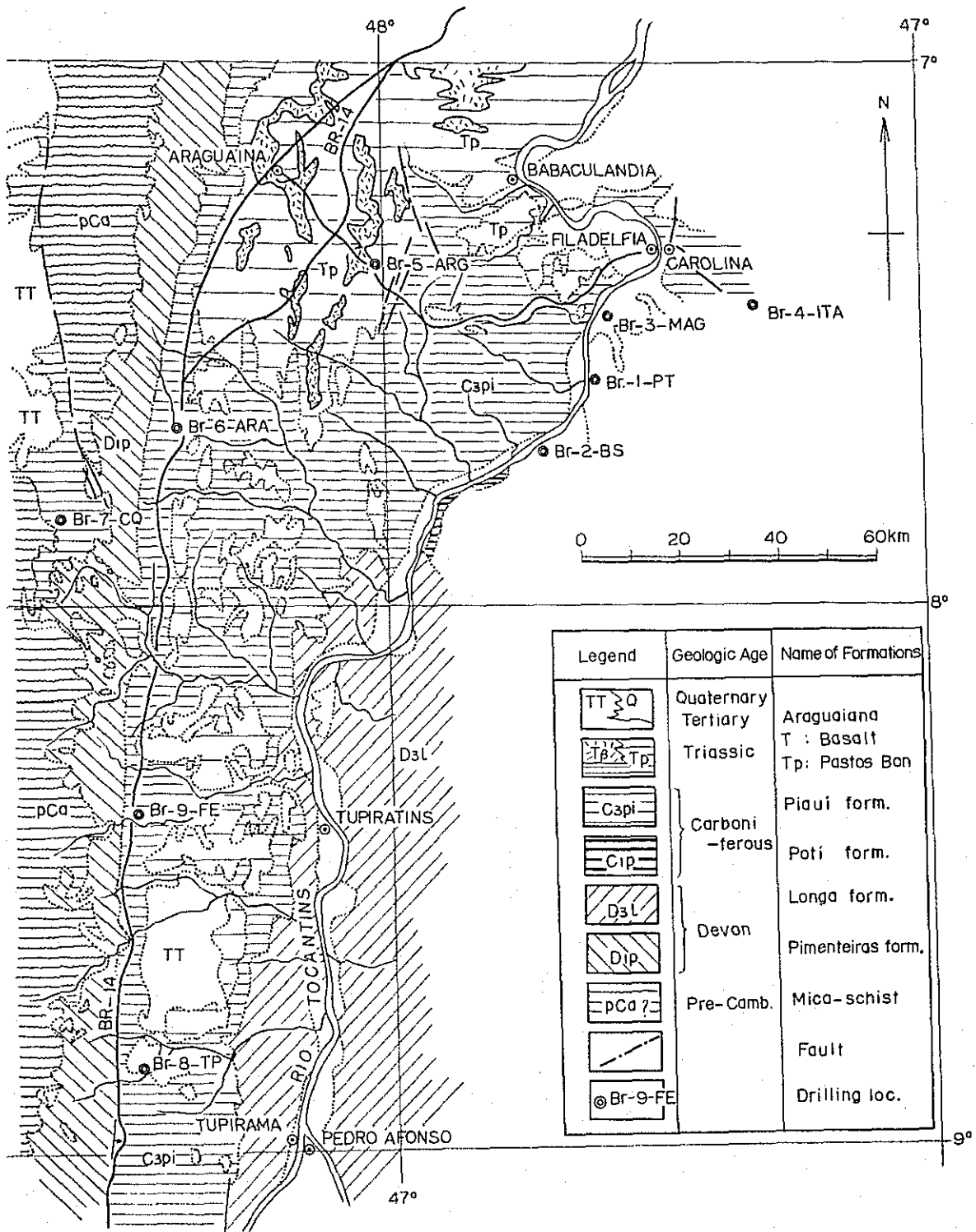


Fig. 9 Map showing geology and drilling points in the Rio Tocantins Coal Project area, Maranhão and Goiás

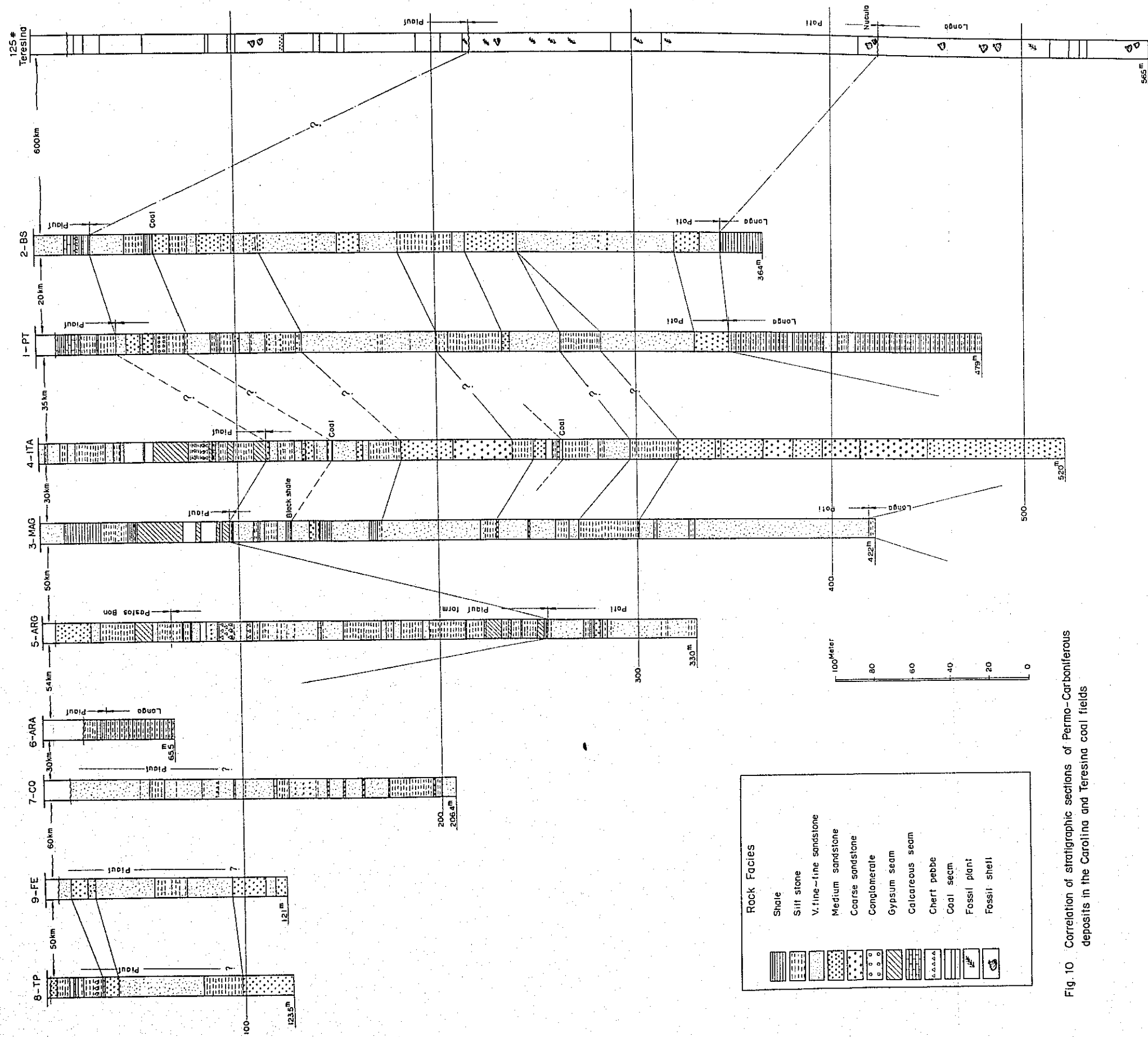


Fig. 10 Correlation of stratigraphic sections of Permo-Carboniferous deposits in the Carolina and Teresina coal fields

(a) Pastos Bon 層 (三疊紀)

この区域に分布する最上位の地層である。この地層は岩質及び層序から上位から次の3層位に分布されている。

Sambaiba 層	風成層(赤色砂)
玄武岩熔岩	Sambaiba 層と同時期の噴出
Motuca 層	細粒砂~粘土質岩

Motuca 層は起伏のある不整合面上に沈積した水成岩であるので、その基底部には下位の地層(Piauí 層)の礫を基底礫としてもつ。

細粒岩からできた地層であるが一般に石灰質で、石灰質岩層もしくは石膏の層をレンズ状に挟むことがある。石膏層の厚さは8mにも達することがみられる。この石膏層がsemi-aridな環境下で初めから濃縮されて沈積したのか、二次的な再結晶化作用をうけて生成されたものであるか、その成因は不明である。

(b) 二疊紀

Parnaiba 堆積盆の東翼で発達している Pedra de Fogo 層は Carolina 以西では存在しない。Carolina の東にはこの地層が残っているようだが、今回の調査では見る機会がなかった。

(c) Piauí 層

ここの Piauí 層は細粒砂岩と石灰質のシルト岩の互層からなる地層群である。海棲化石を産し、北米のペンシルバニア紀に対比される岩相は東部の Teresina 付近のものよりも石灰質である。Pastos Bon 層と同様に Piauí 層の下半分のシルト岩に富んだ層位には石膏の厚い層が挟存する。石膏層の厚さはときに20mにも達するが、その分布範囲は試錐5号、3号、4号を結ぶ東西に細長い地帯だけに限られており、他の地域ではみられない。この分布範囲が限定される点だけからみると、生成機構が二次的なものではなかったかとも思うが、詳細は不明である。

Piauí 層の上部はその砂岩中にチャートの細粒を挟む地層が発達しており、珪質岩の沈積に好ましい自然条件がここにもあつたこととなる。Carolina 以西には代表的な Pedra de Fogo 層はないけれども、少なくともこの地層の沈積環境に近い条件が Piauí 層上部の沈積時期にもあつたと考えることができる。早急な判断は危険ではあるが、Piauí 層の上部とされている地層の一部に Pedra de Fogo 相当層が含まれているのではないかとの疑問がもたれる。

(d) Poti 層

CPCAN への報告書では Poti 層と Piauí 層との境界の決め方が判然としていないので、筆者は Piauí 層の下限を石灰質ないし石膏層の挟まれる細粒岩からなる地層までとし、それより下位の粗粒砂岩を主体とし炭層を挟んでくる地層を Poti 層と決めた。

このように定義してみると、Piauí 層の厚さ200m、Poti 層の厚さもまた200m

以上である。

炭層は4号井では2つの層位にあることが判明したが、炭層の厚さは数cmと薄く、これを追跡して鍵層に用いることは出来ない。2号井でみられる炭層は4号井でみられる炭層のうち上位の炭層の層位にほぼ近いものと判断した。

Poti層の地表附近での分布はきわめて狭くTocantins河の東岸において2箇所だけでみられるにすぎない。Tocantins河の西側ではこの地層の露出は皆無とされているが、岩相が変つてくるためにPoti層と判断できないでPiauí層とみなしているのか、6号井区域のようにPiauí層の直下にPoti層の堆積がなくて、Piauí層がデボン紀の地層上にオーバーラップしているのか区別できない。今のところ筆者らは後の場合ではないかと考えている。4号井・3号井でPoti層の下部にある粗粒砂岩の地層はPoti層の下部のものと判断した。

(e) Longa層 (上部デボン紀)

砂質泥岩とシルト岩の非常に薄い互層からなる地層である。

試錐1号・6号で貫いている。

(f) Pimenteiras層 (下部デボン紀)

Tocantins河の西側の基盤岩(先カンブリア紀)に接した地域には分布するが試錐では貫いていない。

この地層はTocantins河東岸ではPedro Afonso以南にしか分布していないがLonga層の下位に重なる地層である。

Tocantins河の西側にLonga層が欠除している理由は、

- ① 堆積はしたが侵蝕されてしまつた
- ② 初めから堆積しなかつた

の2つのうちである。いずれにしてもデボン紀においてCarolinaの西側が堆積盆のBarrierとなつていたことだけはまちがいない。

(意見)

以上述べた試錐コア-の検討結果から筆者は次のように考えたい。

- ① Carolina以西での炭層の発達はよくないし、炭田としても有望なものが伏在するとは考えられない。
- ② Carolinaの南東区域にあるPiauí層分布地域(西経47° 南緯8°付近)のPiauí層下に伏在するかもしれない炭層については試錐調査を行なう価値がある。

西経47°~48°, 南緯7°30'~10°の範囲については今後地表調査を実施することが必要である。

(4) Piauí 州のTeresina付近

(位置)

Piauí 州の州政府所在地Teresinaの東方に位置し、その範囲は西経41°30' ~ 43°, 西経 4° ~ 6° の間にある。

(過去の調査)

今までに、この地方の石炭を対象にした調査はまったく行なわれていない。

しかし、地下水を探すために掘った水井戸掘りの試錐は1934~1967年間にTeresinaとその周辺の都市だけで300箇所はある。このうちで、初期の数本の深掘りのコアを研究したGlycon de Paivaの研究報告が1937年に刊行されている。この報告は

「Piauí 州の石炭鉱物」と題名がつけられており、現在利用できる唯一の古典である。

この報告によると、Teresinaの町外れで掘られた125号井(深度 565m)の層序は(第10図参照)

0 ~ 220m	Piauí 層
220 ~ 425m	Poti 層 (陸生相)
425 ~ 565m	不明

であり、Poti層中には植物化石及び植物破片を多産することを報じているが、石炭は発見されていない。

最近になつて、Piauí 州政府の企画調査機関であるCODESEの地質調査部門が集めた情報によつて、Teresinaの北東30kmの地点(TeresinaとJosé de Freitasの中間の国道から10kmの位置)にある農家の井戸の側壁(地表から5mの深さ)で厚さ10cmの炭層が発見された。この炭層の層位については不明であるが、Piauí層またはPoti層のいずれかの層位に入ることには間違いない。

CPCANはこの炭田の調査を開始しようと考えており、1970年度からPiauí 州政府との協力調査が開始された。

(地質)

TeresinaはParnaíba堆積盆の東翼に位置している。この地域に分布する地層の一般走向は南北方向で、西に緩く傾き、Parnaíba堆積盆中ではもつとも地質構造の安定した区域である。

Parnaíba堆積盆の東翼は西翼部に比べて、地層の発達がよく、先カンブリア紀の基盤の上にデボン紀から白亜紀までの地層がそろつて分布している。

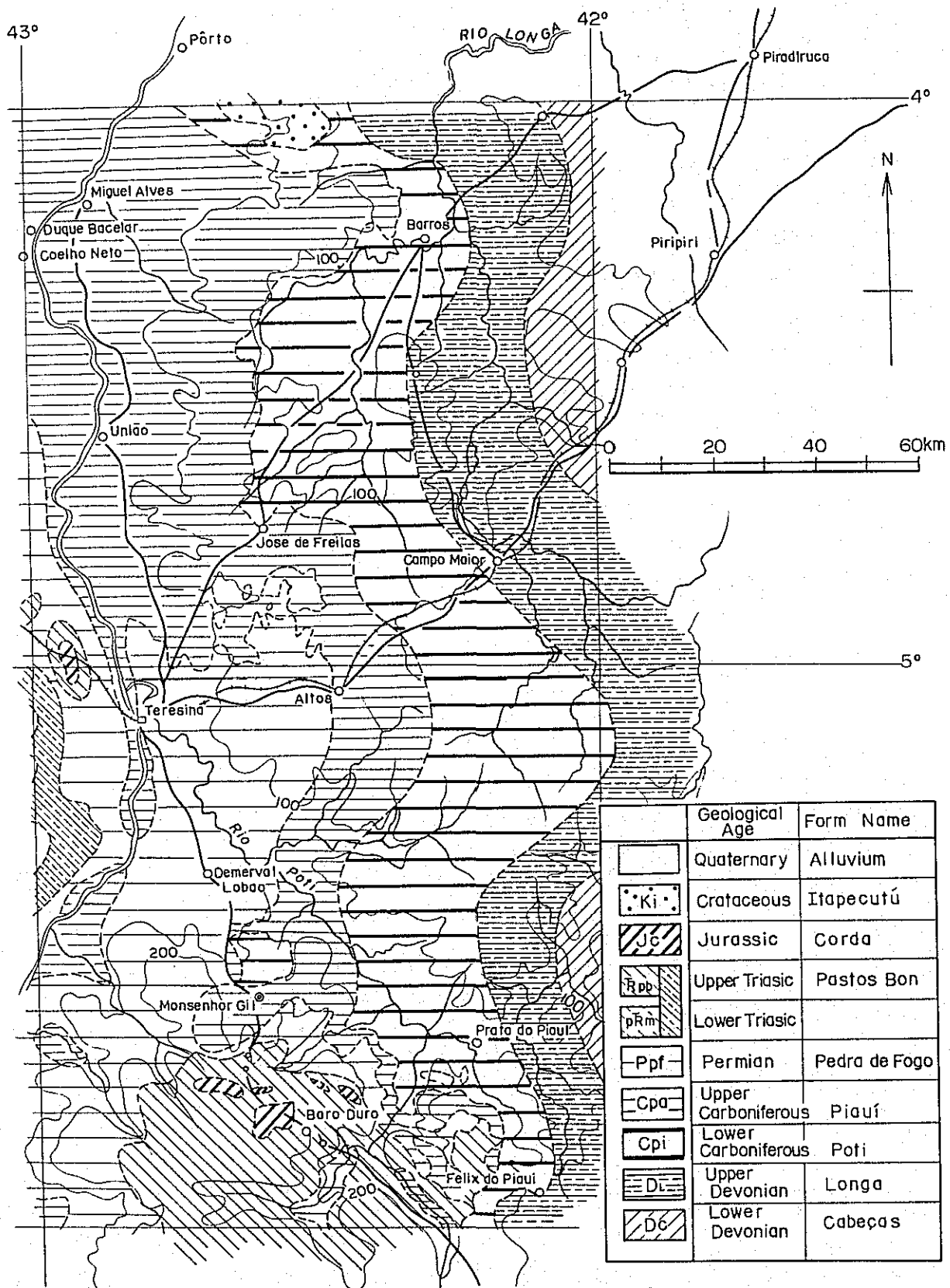


Fig.1.1 Geological map of the Teresina Coal Project area, Piauí

その層序は次図の通りである。

地質時代	地層名	層厚
白亜紀	Itapecuri 層	
ジュラ紀	Cordeira 層	
三疊紀	Pastos Bon 層	
二疊紀	Pedra de Fogo 層	
上部石炭紀	Piaui 層	+220m
下部石炭紀	Poti 層	+206m~330m
上部デボン紀	Longa 層	
中部デボン紀	Cabeças 層	
下部デボン紀	Pimenteiras 層	

また第11図には〔PETROBRAS〕によつてまとめられたTeresina周辺の地質図を示した。

(風化)

Teresinaはブラジル国内でも高温多湿の地方であるので、岩石は風化の影響を受けることが著しく、しかも植物が繁茂して岩石の露頭をみることはまれである。

地表の比高はデボンの地層の分布地帯では500m前後に達するが、石炭紀および二疊紀の地帯では100m以下で、低いなだらかな地形を作っている。

地表付近の岩石の風化の状態は、地表を被覆している岩石や地層の岩質によつて差異があり、例えば非透水性の石灰質頁岩や砂岩の直下では軟弱な地層も風化をまぬがれているため、地表下数mで岩盤をみる事が出来る。しかし透水性の地層では風化帯は地表から50mにも達しているといわれている。

Teresina付近は一般に起伏の少ないなだらかな台地状の地形であるが、風化の影響を受けにくい地層が分布する所ではゆるやかな高まりを示しているし、風化され易い岩石は起伏の低い所に分布するとみなしてよい。

Teresina付近の地層の全層をみることはできなかつたので、観察しえた地層のみについて以下に記述する。

(a) Pedra de Fogo 層 (二疊紀)

Pedra de Fogo (燧石)の名前が示す通り、flinty shaleの挟在で特徴づけられた地層である。この地層はflinty shaleと風化色が白色の泥岩の互層である。泥岩の原岩の色ははつきり判らないが、風化の進んでいないものではコバルト色の鮮やかな色彩を呈していたり、赤色になつたりしている。

flinty shale だけが厚く発達した所では、侵蝕をまぬがれて台地形地形 (Mesa) を作ることもある。化石の産出は少ない。

(b) Piauí 層 (上部石炭紀)

厚さは220m以上の地層であるが、おおむね砂質の岩石からなる。青色ないし白色のアルコース細粒砂岩と、酸化鉄のために赤錆び状の風化色になつた中粒砂岩との互層である。

Piauí 層の中部には、石灰質の頁岩からなる地層がある。この石炭質岩はときには厚さ20~30cmの石炭岩の鈹層となり、この地方の建築用石灰原料として利用されている。石灰岩中には海棲の二枚貝、巻貝などがおびただしく集まつている。

Piauí 層は下部になるほど次第に互層の縞のサイクルが細かく、石灰質分も少くなり、ついにPoti層に移化する。

第10図にTeresina 125号井の柱状図を示したが、Piauí 層はこの試錐では深度217m以浅である。

(c) Poti層 (下部石炭紀)

Teresina 125号井では厚さ205mである。

Piauí 層が海棲化石を挾在する地層であるのに対して、Poti層は植物化石を頻出する地層である。両者の岩質上の差異は前者が石灰質の地層を含んでいる点をのぞけば大した差異はない。Poti層を構成する地層もPiauí 層の場合と同様に、白色に風化されるSilt岩と鉄錆びがかつた風化色を呈するやや粗粒の岩石との互層である。

地表の観察と地層の分布状態だけからいえば、Piauí 層とPoti層の地層境界にとくに層間間隙があるとも思えない。従来Poti層とPiauí 層の堆積の間に不整合が存在すると考えられているが、Piauí 層の動物化石とPoti層の植物化石の時代判定だけに依存したためではないかとも思われる。

数少ない調査資料だけで論ずることは早計であるが、野外調査の進んだ時点で再検討する必要があると考える。

Teresina 125号井の415m以深の地層はGlycon de Paivaの報告では、Poti階下位の海棲化石を多産する地層として、Poti層とは区別している。この地層はNucula, Lingulaなどの海棲化石と互層して植物化石層をも挾んでおり、むしろ瀕海性の地層ではないかと思われる。Poti階の初期にTeresina付近が海水の侵入を受けていた当時の岩相を示す地層として、石炭紀下部の地層の一部とみなされるかもしれない。

(炭 層)

Teresinaの炭層探査が進められる端緒となつた古井戸の石炭についてふれておく。

古井戸の位置はその層位はPiauí 層乃至Poti層の分布する境界付近に位置する。

石炭層は地表下5mの古井戸の側壁に水平に分布する地層中に挾在している。しかし、この井戸が掘られてから10年以上も経過しているのに、この石炭は風化されていゝと思つてよい。

また、この古井戸の周辺に露岩はなく湿地に近く、腐植酸が地表近くには流れているので、この石炭はごく新しい時代に生成された亜炭であるとも考えられる。

今回は雨期であつたので、残念ながらその石炭露頭をみる事が出来なかつた。

古井戸からの石炭試料は風化されていたが、その分析値は次の通りである。

(1945年分析)

揮 発 分	31.8%
固 定 炭 素	38.2%
灰 分	26.4%
発 熱 量	4,445 Cal

(意 見)

今後調査を重点的に行なうとすれば次の候補地が望ましい。

(第一順位)

西経 42°10' ~ 42°40', 南緯 4°30' ~ 5°00'

(第二順位)

西経 42°00' ~ 42°30', 南緯 5°00' ~ 5°30'

(第三順位)

西経 42°10' ~ 42°50', 南緯 5°30' ~ 6°00'

(第四順位)

西経 42°50' ~ 43°40', 南緯 6°00' ~ 7°00'

以上の地域についてPiauí 層とPoti層の全層を貫く試錐を行ない、Piauí 層とPoti層の層相の変化を追跡する必要がある。

海成層とその下位の淡水成層、更にその下位に存在するかもしれない瀕海性の地層からなる石炭・二疊紀の地層中には、淡水成層のとくに発達した石炭鉱床を挾在する地域が発見される可能性は充分にある。

VIII 結 論

1. Goiás州北部地域の基礎調査について

(1) 鉍床賦存の可能性について

南緯 12° 以北について、とくに超塩基性岩体に伴う鉍床賦存の可能性については南部の状況から推定するほかはない。

南部では少くとも南緯 $12^{\circ} \sim 15^{\circ} 15'$ 、西経 $46^{\circ} 00' \sim 51^{\circ} 00'$ (Brasilia Project $286,000\text{km}^2$)の未公表地質資料によると、この地域の先カンブリア系の大部分はAraxá 統で、しかもCand Brava, NiquelandiaおよびGoianésia-Barro Altoのような大きい塩基性複合岩体はすべてAraxá 統の一般構造方向はN-SないしNNE-SSW方向に一致した方向を示している。

南緯 12° 以北についてもAraxá 統が広く分布していることは確実に超塩基性～超塩基性岩体の存在も、Rio Manoel Alves上流のDianopolis付近(南緯 $11^{\circ} 40'$ 西経 47° 付近)に2岩体、Porto Nacional 南東 40km 付近(南緯 11° 、西経 $48^{\circ} 10'$ 付近)に1岩体、Dois Irmaos ~ Araguacema付近(南緯 $8^{\circ} 50' \sim 9^{\circ} 30'$ 、西経 $49^{\circ} \sim 49^{\circ} 20'$)に5岩体、Xambioá 南西(南緯 $6^{\circ} 40'$ 、西経 $48^{\circ} 60'$ 付近)に1岩体の存在はすでに確認されており、その一部では石綿とクロームの賦存が認められている。

ニッケルについては、南部ではニッケル珪酸鉍が盛んに採鉍されており、南部より高温多湿な北部では風化作用もさらに強いので、これら超塩基性岩の上部にはニッケル珪酸鉍型の風化残留鉍床が存在する可能性が大きい。ブラジルのニッケルの99%以上を生産しているMorro do Niquel 鉍床は長経 900m 、短経 400m 以下の小規模な蛇紋岩の岡の上にガーネライトが発達するもので、E. Langer (1969)によると確定鉍量 75 萬トン(2.2% Ni)、推定鉍量 325 萬トン(1.6% Ni)、予想鉍量 $1,000$ 萬トン(1.5% Ni)と算出されている。したがって、地形的条件さえ良ければ、超塩基性岩がたとえ小規模でも相当な規模なニッケル鉍床の存在が期待される。

銅についてはPorto Nacional付近でその産出が知られているほか、全く情報はない。Niquelandia地域のニッケル鉍床は銅を含んでいることはすでにPecoraによる孔雀石の記載により知られていたが、今回の調査結果では、一般にニッケル鉍石中に銅が含まれていることが判つた。銅は多分、最近Niquelandiaのボーリング・コア中で確認された未風化超塩基性岩中の黄銅鉍に本源を求められるべきものである。ブラジル国内でもつとも鉍量の多いBahia州 Caraiba付近の鉍床はすべて超塩基性岩中の銅鉍床ではあるが、Goiás州においてはこのような型の鉍床で経済的価値のあるものは未発見である。

クロームについては、Dois Irmaos付近で転石が発見されており、南緯 12° 以南においてもクローム鉍床は多数存在するので、北部においてもその存在が期待される。

(2) 開発の可能性について

Goias州北部地域には鉄道は勿論のこと、舗装道路も全くなく、雨季(12月~3月)には、しばしば交通は困難となる。また電力もGoianésia付近までしかきていない。

南緯13°35'付近にあるCand Brava鉱山の石棉精鉱はGoianiaを経てSao Pauloに出荷されるが、San Pauloまでの運賃は30ドル以上(約1,500km)を要する。

ニッケル鉱床の場合、ニッケル珪酸鉱床しか期待できない。この場合には選鉱による精鉱の生産は不可能であり、また、粗鉱のまま搬出することは高い運賃のため不可能である。したがって、現地で精煉するほか考えられない。しかし、この場合もニッケル鉱床の鉱量は相当量確保される必要がある。

(3) 基礎調査について

ブラジル政府から提供された地域は10数万km²に及ぶ広大な地域で、地質あるいは鉱床に関する知見も少なく、未知な地域である。

仮に基礎調査を実施するとすれば、20万~25万分の1写真地質の作成とともに空中放射能および磁気探査を実施して、まず、地質と超塩基性岩体の分布を把握することが第1段階の作業である。この作業により抽出された地区に対して、その結果を検討しながら効果的調査方法により、さらに精査の実施を考慮すべきである。

日本政府としては、まず専門家派遣制度に基づいてブラジルに地質専門家を派遣して、さらに詳細な情報を得てから基礎調査の実施を考慮することが最良のステップである。

2. Carolina及びTeresina付近の石炭賦存の可能性

(1) Carolina地区

(a) Poti層の潜在分布範囲

CarolinaはParnaiba堆積盆の南西翼に位置し、上部石炭系のPiauí層が地表にもつとも広く分布する地域である。Piauí層の下位にはPoti層が伏在するが、Piauí層が海成相であり、Poti層をオーバーラップする地層であるから、Poti層が伏在する分布範囲はPiauí層の分布範囲より狭いものと思われる。したがってPoti層の潜在分布範囲について未調査地域を充分調査する必要がある。

Poti層は模式地であるTerezina付近で厚さ200m乃至350mであるが、Carolina付近では地表に露れた分布は狭少な面積を占めるにすぎない。しかも、Tocantins河の西側の最西端の試錐(6号)ではPiauí層の下位にPoti層が欠除していることが判明した。しかし、Tocantins河の東側ではPoti層の厚さは200mである。また、Poti層中で石炭の挟存するのが確認された地点は8本の試錐のうち東部の2地点(4号と2号試錐)だけであつた。

従つてPoti層の分布範囲を東西断面について予想してみると、Parnaiba堆積盆の

西縁部では海進によつてひろがった埋積盆に堆積したPiauí 層が, Poti層の分布範囲よりもはるか西方までもオーバーラップして堆積していたと考えられるので, 石炭を挟んでくるPoti層の分布範囲はCarolinaよりも東側の地域に限られると考えてよい。

(b) Piauí 層と Poti 層の地層境界

Piauí 層とPoti層の地層境界はCarolinaの試錐結果からみれば, 明瞭なものではない。CarolinaでPoti層と呼ばれる地層はPiauí 層よりもやや粗粒の地層で, 化石による時代のGapでもみとめられない限り, むしろPiauí 層の基底部の岩相を示すものと考えてもよい。

Piauí 層とPoti層の岩相上の相異は, 前者が石灰質成分にとむ海成相を示すのに対して, 後者は石灰質成分の比較少ない, 雲母に富んだ炭層を含む淡水成の岩相を示す点である。

Teresinaの125号井でもPiauí 層とPoti層の境界は前者が海成相を後者が淡水相の化石を産する相異はCarolinaの場合と同様であるが, Piauí 層とPoti層の堆積時期の間に時代間隙があると考えなくてもよいような地層の重なり方である。

CarolinaとTeresinaのPiauí, Poti両層を比較すると, 岩相上にはかなりちがいはあるが, 両地域ともPoti層の淡水性堆積物の上に, Piauí 層の海成相の地層が重畳したもので, Poti層とかPiauí 層とか岩相上の相異によつて2分されてはいるけれど, 元来は一連の堆積物とみなしてもよさそうである。今までの調査報告で, Piauí 層・Poti層と分けてきた地層区分は, 特定の断面上で上位の海成相と下位の淡水成相をその岩相だけから2つに分帯しているのにすぎないから, もしこの地層境界を広域にわたつて横に追跡するならば, Piauí 層とPoti層が同時異相の一連の堆積物とみなす必要が出てくるものと思われる。

Poti層の伏在分布範囲はCarolinaから東へ600kmの地点にあるTeresinaにまで延びている。この広い拡がりをもつPoti層中に炭層が厚く発達する地域が存在するかどうかを検討する調査を今後も引きつづき行なう必要がある。

(2) Teresina 地区

Teresinaの炭徴地については現在までほとんど試錐調査が行なわれていない。しかし, この地域はParnaíba堆積盆の東縁に当り, Poti層の分布も広く, 地質構造もまた極めて緩傾斜の安定した地域である。Teresina 125号井でみたPoti層は植物化石を含むだけで炭層は発見されていないが, 堆積時の環境が石炭堆積の条件に適しなかつた位置であつたと思われる。Teresinaより離れた位置には, 石炭の堆積に適した条件の地域が発達している可能性は充分ある。その位置が基盤の露出している東側(肩部)なのか, 西側(深ヶ部)なのか, 北方なのか, 南方なのかは現在判っている資料だけから判断はむづかしい。

今後試錐調査が初められPoti層及びPiauí 層の岩相の変化の状況が判明した時点で炭

層賦存予想位置が判明してゆくであろう。

(a) 調査に当つての手法

Teresina 地区はブラジルでももつとも気温の高い地域であり、岩石・地層の風化が著しい処である。疎林とはいえ樹木が地表を覆い、草木の繁茂もまた厚い。

航空写真の利用

Brazil 国内でも航空写真の技術を取入れている州は多い。Pará 州の IDESP の調査計画には写真が充分に取り入れられており、この手法を Teresina の調査にも取り入れることが望ましい。

試錐における泥水利用

Carolina の試錐ではコアの採集率がきわめて悪く、30%程度であつた。この程度のコア採集率では軟質の岩石や石炭のコアは充分に採取出来ていないといえない。

採集率が悪い最大の原因は循環水に清水を使用しているためと思われる。軟質の岩石が水にとけて孔壁を崩壊させるのを防止するためにも、泥水の使用が希ましい。

(3) 開発にかんする検討

ブラジル北部の石炭賦存候補地は Parnaíba 堆積盆の Carolina 南東地区と Teresina 地区に限定されている。

Carolina 地区については Carolina 南東の Piauí 層分布区域の深部に伏在するかもしれない炭田の探査が先決の問題であり、ここに石炭が伏在することが判明した時点で、改めてこの開発の可否がとり上げられるべきであろう。Cerra de Carajas の鉄鉱床との結びつきがこのとき検討される主題となるであろう。

Teresina 地区の調査はまだまづたく進んでいない。優先的に取上げなければならぬ事はたして炭田が賦存するかどうかの調査である。この地区は海岸線からの距離も近く、港湾も Luis Correia が開発の可能性をもっているので、もし炭田が発見されれば、その開発は充分可能である。開発にかんする検討は改めてその時点で取上げるべきである。

References

- Almeida, F.F.M. De (1968): Evolucao tectônica do Centro-Oeste Brasileiro no Proterozóico superior. An.Acad.Brasil. Ciênc., 40, (sulemento), p.285-295.
- Angeiras, A.G. (1968): A faixa de serpentinitos da região central de Goiás. ditto p.129-136.
- Baptista, B.M. and Toledo, F.R.G. (1968): Coal geology of Brazil. Report of VIII symposium on the coal resources of America.
- Barbosa, O. (1966): Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do "Projeto Araguaia". DNPM Monografia N°. XIX.
- Bigarella, J. J. et al (1967): Problems in Brazilian Gondwana geology. Brazilian contribution to the I international symposium on the Gondwana stratigraphy and paleontology. p. 1-344.
- Bigarella, J. J. (1967): Problems in Brazilian Devonian geology. Boletim Paranaese de geociencias, N°. 21/22.
- Cordani, U.G. et al (1968): Outline of the Precambrian geochronology of South America. Canadian Journal of Earth Sciences, 5, p. 629-632.
- DNPM (1967): Plano mestre decenal para avaliação de recursos minerais do Brasil, 1965-1974. Publicação especial N°. 3.
- Guimarães, D. (1961): Fundamentos da metalogênese e os depósitos minerais do Brasil. DFPM Boletim N 109.
- (1964): Geologia do Brasil. DFPM Memória N°. 1.
- Lange, E. (1969): Die Nickellagerstätte des Morro do Niquel in Minas Gerais, Brasilien ihr Aufschluss, ihr Bemusterung und Bewertung. Clausthaler Hefte zur Lagerstättenkunde und Geochemie der Mineralischen Rohstoffe, Heft 8 p. 1-64.
- Paiva, G. De (1937): Carvão mineral do Piauí. DNPM, Boletim, N 2.
- Pecora, W. T. (1944): Nickel-silicate and associated nickel-cobalt-manganese-oxide deposits near São José do Tocantins, Goiás, Brazil. U.S.G.S. Bull. 923-E, p. 247-305.
- Sarmiento, P. C. e Filho, J. M. F. (1964): As indústrias do zinco e do níquel no Brasil. DNPM Avulso, N°. 87.

