

ブラジルの地質②

3 古生代

ブラジルの最後の造山運動期のいちじるしい大きな活動の記録として残っているものは カレドニアン造山運動期中のタコニック造山運動である。いずれにせよ Amazonas の下部シルル系はボリビアやパラグアイのそれと同様に影響を受けていない。したがって ブラジルの各地に点在する堆積物でゆるやかに褶曲し 軽い変質作用を受け 年代決定に価値を持つ化石の少ない地層をオールドビス紀か それより古い時代のもので仮定することに無理はないようである。この中の幾つかの地層は 侵食をうけた度合により最初の分布範囲を表わしていないが 構造的に限定された範囲に分布している。

São Francisco Lençóis Itajai および Corumbá 堆積盆地などがこの種のものである。ほかに Amazônia やブラジル北東部などに露出するものは 孤立した地域に分布し その構造的関係はあきらかでない。原生代の末期または古生代の初期の特色は 多少変質された石英玢岩 流紋岩 珪長岩およびそれらに關係のある凝灰岩などに代表される酸性熔岩類の噴出がしばしば起こったことである。とくに Amazonas 州では Amazonas 河の北と南に広く分布しており また Paraná 堆積盆地の東部周縁 (Santa Catarina 州 Paraná 州 ウルグアイの Rio Grande do Sul 州) および西部周縁 (パラグアイ) でもその分布をも見ることができる。ブラジル北東部では Ceará 州に分布している。場合によっては Santa Catarina 州の Itajai 統のように 噴出物は堆積物と互層をなしていることもある。別の地方では玢岩や流紋岩が わずかに変形または変質された堆積層の基盤岩になっている。

このような岩石の年代測定はまだ十分なされていないが 近年になって AULOPHYCUS の測定により Cuiabá 統はカンブリア紀の地層とされている。上位の Jacadigo 統は タコニック造山運動の影響を受けておらず またほとんど変質作用も見られないので これはシルル紀の岩石と推定されている。Bambuí 統の珊瑚の化石と思われる構造は K. BEURLEN²¹⁾ により疑わしいとされている。彼によると古生代にブラジルで造山運動が起きた形跡はないということである。石英玢岩および同じ種類の岩石の貫入体ならびに噴出物 およびこれに

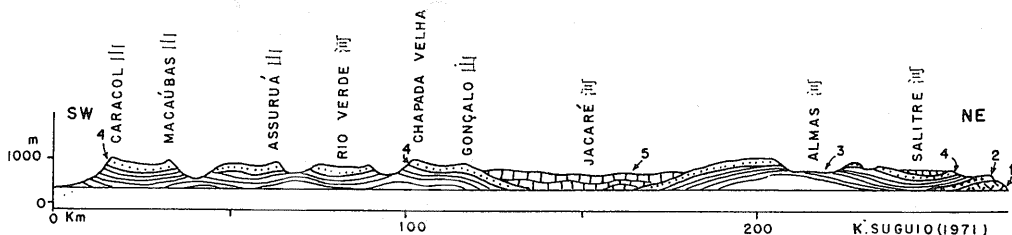
KENITIRO SUGUIO (杉尾憲一郎)

関連している堆積物の年代は 先カンブリア時代後期の終期的造山運動または古生代前期のタコニック造山運動と関連している可能性も十分にある。しかしながら Corumbá São Francisco および Lençóis 盆地は 古生代前期に関連のありそうな火成活動の影響は受けていない。Amazonas 州南東地方の Aripuanã 河畔でもより古い時代の石英玢岩の上に 碎屑堆積物集合体が横たわっている。原生代以後の一番広大な古デボン紀の海進は Paraná Amazonas および Parnaíba と称される3つの大イントラクラトニック堆積盆地に達した。古生代の終わりまでこのような盆地には 古生代後期の主要な堆積機構の場があった。現在ではまだこれらの盆地の成因を決めるまでに至っていない。Amazonas 堆積盆地はたしかにシルル紀前期には存在していたし 他の盆地もこの時代以前に生成されていたものである。造山運動は受けていないが 造陸運動的な地殻変動の影響によるあきらかなじょう乱を地区的に受けている。唯一の火成活動は本質的に玄武岩質マグマと関連がある。

3・1 古生代前期の堆積盆地 (Lençóis 盆地)

アシント造山運動の遠い反響として 先カンブリア時代また場合によっては原生代に Bahia 州の Espinhaço 造山帯周縁に Lençóis と称される盆地が形成された。現在の分布形態は侵食により だいたい三角形を示し Juazeiro Barra da Estiva および Santo Inácio 地区 São Francisco 河右岸に見ることができる。原型は今と異なり 北方へ延び São Francisco 河左岸まで延長していたようであり Piauí 州の南方には その一部が Correntes 礫岩層²²⁾ また Ceará 州では Jaibara 統²³⁾ により代表されている。南北方向には非常に傾斜の強い構造を示す Espinhaço 山脈と境を接する。地形学的に Diamantina 高原 (Chapada) は Espinhaço 山脈に属し 両者ともに特色としては 珪岩に保護され侵食から取り残された高地としての特性を示している。しかし地質構造的には独立した岩層で年代も歴史もともに異なるので それぞれ異なった見方で調査されるべきである。

Lençóis 盆地の堆積作用はすべて海成環境で 構造運動の少ない安定した浅瀬の条件下で行なわれた。この盆地の一番古い地層は Tombador 砂岩層で その上に



第4図 Lençóis 堆積盆地の断面図
 1. 先カンブリア界 2. Tombador 砂岩層 3. Caboclo 頁岩層 4. Lavras 統 5. São Francisco 統
 (J. C. BRANNER と R. CRANDALL 1911)

Caboclo 頁岩層がある (BRANNER²⁴)。Tombador 層は安定した平坦な浅瀬の砂質海成層で 150m の厚さを持ち盆地の中心部に向かっては浅瀬の堆積物の頁岩相に変化する。Tombador 砂岩層は良く知られている Paraná 堆積盆地の最下部デボン紀層の Furnas 層に類似しているが細粒砂または中粒砂で構成され泥質基質を持ち下部には礫岩もみられる。この砂岩は顕著な斜層理を示し前置層は盆地の中心の方向に向かっており 4m の厚さを持つ斜層理個層をなす。頁岩相は 500m 以下の厚さを示し完全な平行で平坦な成層をなす。この頁岩は変化の少ない特性を持ち一般に雲母質またはシルト質で一部変質作用を受け絹雲母が現われスレート質な部分も見られる。

O. A. DERBY²⁵ の Lavras 統は Caboclo 頁岩層の上位に現われそれらの境界面は傾斜せず浸食不整合によって接している。Lavras 統は 3 累層に分類されこの名称は DERBY と LEONARDOS²⁶ によって調査された地区名がつけられている。Paraguaçu 層が下部にありその上に順次 Sincorá 層と Bebedouro 層がのっている。各層とも砂質の碎屑質特性を持つが Lençóis 付近に分布し 200m の厚さを有する Sincorá 層は礫岩相から白ダイヤモンドと黒ダイヤモンドを産出し重要な地層となっている。Bebedouro 層は Lençóis の付近では約 200m の厚さの細粒碎屑堆積相とくに細粒砂岩シルト岩および頁岩からなり完全な平行平坦成層を持つ玉髄岩オーライト層を夾有している。Paraguaçu 上流河畔には氷成堆積物と推定される地層が Bebedouro 層に夾まれており Bahia 州の Palmeiras と Seabra 地区にもこの地層のものと思われる漂礫岩が発見されている。Lavras 統の上位にはいちじるしい傾斜不整合をみずちチョコレート色または灰色の珪質化された BRANNER²⁷ の Salitre 石灰岩層がのっている。数 10m の厚さを持つこの石灰岩は São Francisco 堆積盆地の高温海が Lençóis 堆積盆地まで続いていたことを示し Verde Salitre および Jacaré 河畔に現われその分布範囲は

50,000 平方 km 以上の面積を占めている。DERBY が 1906 年に記載した Una 石灰岩は Paraguaçu 河上流に分布し Salitre 石灰岩の南方への延長部分と考えられる。両者を分ける地区の Chapéu 小山の南東には BARNNER により Jacuipé Flint と名付けられた玉髄岩層があるがこれは高地に露出し浸食された石灰岩の溶解の結果できたものと考えられる²⁸。

Lençóis 堆積盆地の堆積物はただ 1 回の造山運動を受けその堆積層は幅の広い背斜向斜構造および区域的に重要性をもつ断層の連続を示す。第 4 図はこのような変形作用の結果を示すがこれを見ると南東部では圧縮の力により Espinhaço の抵抗力の強い岩塊に対して堆積層が押しつけられたように思われる。化石を産出しないが Parnaíba 堆積盆地の南東部周縁の Serra Grande 砂岩層におおわれているので少なくともデボン紀以前のものであることは確実でまた原生代のものでとされている Espinhaço 地向斜の变成堆積物を傾斜不整合関係でおおっている。多分 Tombador 砂岩層はカンブリア紀前期のこの Lençóis 盆地の海進によるもので Lavras 統上部の氷成堆積層はカンブリア紀氷河作用によるものであろう。カンブリア紀氷河作用の証拠は世界中各地に残されている。もしこれが確実であれば Lençóis 堆積盆地に影響をおよぼしたのはカレドニアン造山運動の 1 時期であり南米ではアルデンヌ時相の地質構造運動はいちじるしくないで多分タコニック時相であろう。砂岩と珪岩の浸食に対する抵抗力の差およびほとんど 30 度以上の傾斜を見せる褶曲の構造的などが Diamantina 高原台地の形成の重要な要因をなしていると考えられる。背斜はおもな隆起帯をなしおもな谷は向斜に対応されるがこのような所に Salitre と Una 石灰岩層が保存されている (J. C. BRANNER²⁹)。しかし逆地形が現われることも少なくない (第 4 図)。適従川は北方へ向かい São Francisco 河の支流になるか南方へ向かい Paraguaçu 河へ注ぐ。

3・2 Pardo 河下流の堆積盆地 (Bahia 州)

1866年に C. F. HARTT と E. COPELAND が Bahia 州の南海岸を調査して以来 Pardo 河下流に変質岩の存在が知られている。Salobro 河ではダイヤモンドの産出がみられるので、多数の地質学者により調査が行なわれた³⁰⁾。Pardo 河下流だけでなく Jequitinhonha 河にもスレート 千枚岩 変質シルト岩 珪岩 またはダイヤモンド含有礫岩の分布がみられる。Camacã から南へ 15km の地点には水礫岩に類似した地層が見られる。これは Salobro 層³¹⁾と称され、南東方向へゆるやかな傾斜を示し、ほとんど垂直の北北西の片理を示し、1,000m 以上の厚さのスレート 変質シルト岩およびいちじるしく大理石化された 100m の厚さの灰色石灰岩などからなる累層である。この岩層は南西から南南西方向へ 40度以下の傾斜を示し、Jequitinhonha 河付近ではこの石灰岩が不整合関係で下位の先カンブリア時代の岩石と接している。A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS はこの堆積物を 1940年に調査して Rio Pardo 層³²⁾と名付けた。

以上述べたように Bahia 州南部海岸地方には、大部分が今では現成堆積物におおわれたり、または海底下に沈んだ重要な堆積盆地の一部分が見られる。また、かなり強烈な造山活動の影響を受けている。この岩石の年代は未知の分野であり、古生代前期か先カンブリア時代のものである可能性がある。しかし、一方では Salobro 層と Jequitinhonha 統また他の地方では Rio Pardo 層と São Francisco 統 および他のこれらと対比された地層に類似した点があることは見のがせない。Pardo 河下流盆地が Lençóis 盆地の延長部分であった可能性は少なく、これは Jequitinhonha 河上流の Macaúbas 層との関連を研究することにより明らかになると考えられる。Sergipe 州の Vaza Barris 河畔および Bahia 州の Inhambupe 地区で、原生代の Itabaiana 統の上位に現われる Vaza Barris 統 (L. F. DE MORAES REGO³³⁾) の年代と古地理学的関係についてはまだ明らかにされていない。

3・3 São Francisco 堆積盆地

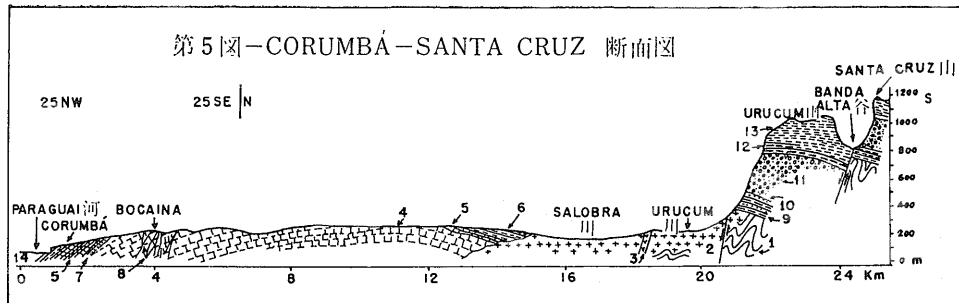
São Francisco 堆積盆地の地史は、広範囲にわたる厚い海成堆積層により記録されているが、この堆積物の年代はいまだ明らかでなく、多分、オールドビス紀かそれ以前のものと推定されている。このような堆積層は São Francisco 統 (O. A. DERBY³⁴⁾) あるいは Bambuí 統 (E. RIMANN³⁵⁾) として知られている。その厚さは 1,000m 以上で変化が少なく、とくに泥質シルト質の堆積物の連

続からなり、一部砂質の部分やアーコスと互層をなすレンズ状の多数の灰色石灰岩層を夾有する。この石灰岩は一部オオライト質であり、いちじるしく珪化作用をうけている。このような堆積岩はエビ帯変質作用を受けてスレート 千枚岩 珪岩および大理石などになっている。数カ所では地区的な先カンブリア時代の岩石からなる礫岩層が見られる。

São Francisco 統は海成層からなり、その堆積環境は陸化されわずかな山しか存在しない平坦地形の周縁にあった、高温な浅海であったに違いない。アーコス質または礫質岩相の見られる Minas Gerais 州の Espinhaço 山脈西部周縁 および Cabral 山脈の麓付近では海底堆または浮び出た島が海岸近くにあったことを示している。数少ない化石で今まで発見されているものは、珊瑚の *Favosites* と *Chaetetes* の 2 種類³⁶⁾³⁷⁾ および海綿動物の骨片だけであって、この化石により海成層であることが証明されている。São Francisco 統は同名の川谷が Grande 河と合流する手前のほとんど全域に分布しており、また西側のおもな支流の谷にも見ることができ、が São Francisco 河と Tocantins 河流域分界地区では中生代の堆積物の高い台地におおわれている。Goiás 州と連邦府では Paranaíba Palmas São Marcos および São Bartolomeu 河上流にふたたび露出する。São Marcos および São Bartolomeu 河は Paranaíba 河に注ぐ。Minas Gerais 州と Bahia 州東部では São Francisco 統の分布は Espinhaço 山脈の麓で終わりとなる。São Francisco 統とこれに関連する地層の堆積盆の現在と生成当時の境界線はあきらかに異なるものであり、第 2 図に示すものはただこの境界の概略を示したものである。地質構造的に São Francisco 堆積盆地は UMGROVE³⁸⁾ の意味する核性 (Nuclear) のもので、古先カンブリア時代に褶曲を受けた堅い地塊 (SITTER³⁹⁾) に対して、これを取り囲む原生代褶曲が行なわれたものである (第 2 図参照)。

古生代前期にみられるこの雄大な構造は沈下運動を行ない、これによって Bahia 州北部の Espinhaço 山脈が引きずり込まれ、São Francisco 盆地だけでなく、より古いと推定されている Lençóis 盆地にまで海進をもたらした。São Francisco 盆地に影響をおよぼしたカレドニア造山運動は確かに周縁パラテクトニクス性を有し、盆地のふちだけに活動がみられた。表面的な現象であり、堅い盆地のエピクラトニック性と関連した基盤上にある薄い一部の岩層だけが活動を受けた。これによって堆積作用をとともなう玄武岩質、または超塩基性岩などの火成活動も起こらず、造山活動時期または造山活動後の

第5図—CORUMBÁ—SANTA CRUZ 断面図



下部先カンブリア界 1. 雲母片岩および片麻岩類 2. 花崗岩 3. 石英斑岩
 Corumbá 統 (カンブリア系) 4. Bocaina層のドロマイト: Tamengo 層 5. 石灰岩 6. 頁岩 7. 砂岩 8. 玉髄岩
 Jacadigo 統 (下部シルル系) の Urucum 層 9. 頁岩 10. 砂岩 11. アーゴズ Santa Cruz 層 12. マンガン鉱
 13. 碧玉岩および鉄鉱 14. 大沼沢地帯の砂 (K. SUGITO 1971 F. F. M. DE ALMEIDA による)

火成作用や強烈な変質作用も見られないが 周縁性逆断層が盆地の周辺に見られる⁴⁰⁾。

堆積作用に引き続いて起こったカレドニア造山活動はおもに盆地周縁に影響をおよぼし 当地区では北北東方向の断層や褶曲が見られ 場合によっては 逆断層により Espinhaço の先カンブリア時代の構造におおわれている。構造運動ともなって変質作用も 盆地の周縁から中央へ向かって特徴的に激しさが減少し 中心部で広範囲にほとんど変質作用を受けていない VON FREYBERG⁴¹⁾ による Camadas Gerais 層が分布する。São Francisco 統は 一般に多数の北北東方向の珪岩脈の貫入を受け 地区的には Minas Gerais 州 (Vazantes 地区) および Bahia 州 (Januária 地区) のように亜鉛 銀 鉛の鉱化作用を受けている。

3・4 Corumbá 堆積盆地 (Mato Grosso 州)

Mato Grosso 州およびボリビアとパラグアイのくぼ地にみられる古生代後期の堆積物は その境界線がまだ解らない1つの堆積盆地をなしているようである。孤立した露頭の形で Paraguai 河の水源からパラグアイの東方まで分布し さらにボリビアまで連続し Chiquitano 山構成にも参加している。H. J. HARRINGTON⁴²⁾ は Mato Grosso 州の古生代の堆積物を Corumbá-Cuiabá 盆地に属するものと考えた。

Corumbá 盆地の堆積作用はカンブリア紀の初期に始まったが この時代には氷成作用もあり 近年 PEDRO MACIEL によって Puga 山の北東麓の Esperança 港近くで Puga 氷成礫岩層が発見された。露出部分だけで90mの厚さを有し 砂岩と砂質漂礫岩からなり無層理であるが 特徴として氷成磨削の跡を見せる先カンブリア時代の岩石からなる礫を含んでいる。Puga 漂礫岩層は少なくとも今まで知られている露頭では見ることのできない不整合関係で 上位の Corumbá 統(J. W. EVANS⁴³⁾)

または Bodoquena 統 (A. R. LISBOA⁴⁴⁾) のドロマイトに接している。このドロマイトは淡灰色 (F. DE ALMEIDA の Bocaina 層⁴⁵⁾) で Corumbá 市南部では 約 300m の厚さを有する。これの上位には ALMEIDA が Tamengo 層と名付けたスレート質頁岩と 大きなレンズ状の黑色石灰岩がみられる。とくにドロマイト相は Bodoquena 山脈 (Mato Grosso 州) パラグアイの北部 およびボリビアの東部では非常に発達している。Paraguai 河と Cuiabá 河の分流地域 São Luis de Cáceres の東方でみられる Corumbá 統は Araras 石灰岩で代表され EVANS のいう Raizama 砂岩層と Mato 頁岩層におおわれている。São Luis de Cáceres 南部で Diamantino と Descalvado 山の間に 300km 以上の長さにわたり分布する。今までこの地層から発見された化石は Collenia 質の藻構造を有するもので ALMEIDA により Bocaina ドロマイト層下部から発見された。O. BARBOSA が近年 Tamengo 層の石灰岩から採取した藻類化石は SOMMER⁴⁶⁾ が分類したカンブリア紀の Aulophycus 類に同定された。

Cuiabá 統は 多分タコニック造山運動を受けて北東または北北西方向の褶曲をうけ ジュラ山脈型の複雑な縦の断層の発達を示している。この地層は泥岩相でスレート化されており 軽い変質作用によって 緑泥石化作用と絹雲母化作用を受けている。A. I. DE OLIVEIRA と P. DE MOURA⁴⁷⁾ によって Paraguai 河沿岸の Marinha と Patrulha 山頂上で発見された灰色の泥質頁岩と赤色砂岩はシルル紀の地層と考えられる。シルル紀層はボリビア東部に広範囲に分布する A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS⁴⁸⁾ により名付けられた El Carmen 層で代表され パラグアイ東部では H. HARRINGTON⁴⁹⁾ の名付けた Caacupé 統により代表される。後者は海成化石を産出するシルル系下部または中部の碎屑堆積岩によ

り構成されている。Corumbá 統は同名の町の南部では傾斜不整合関係で M. A. R. LISBOA⁵⁰⁾ の名付けた Jacadigo 統におおわれている。Jacadigo 統は珍しく統成度の低い碎屑堆積物と完全に異なった岩石成因を示す特性を持った化学的または有機化学的岩石との集合体である。下部は LISBOA の名付けた Urucum 層で陸成堆積物としての可能性の大きいアークス アークス質礫岩 含長石砂岩およびシルト岩などで構成されている。上部は J. DORR II の名付けた Banda Alta 層または ALMEIDA⁵¹⁾ の名付けた Santa Cruz 層でバンド状の成層をなす赤鉄鉱 碧玉およびマンガニ酸化物(クリプトメレーン鉄)と これらの間に夾まれているシルト岩と碧玉質砂岩などから構成され Urucum 山では 300m の厚さを示している。

この地方のマンガニ鉄床は今まで西半球で知られているものの中では一番多い埋蔵量を有するものである。Jacadigo 統は化石を含まず軽い変質作用を受けておりボリビア東部のシルル紀前期から中期の化石を産出する砂岩層より古いと思われる。Jacadigo 統の堆積物生成の起因となるものはタコニック造山運動終了時期の断層運動や火成活動にともなうように思われるがその場合確からしい年代はシルル紀初期か オルドビス紀後期であろう。

3・5 Itajaí 堆積盆地 (Santa Catarina 州)

Santa Catarina 州の Itajaí-Açu 河中流地区にはわずかに変質作用を受けた碎屑堆積岩類と酸性珩岩質貫入岩類の集合体が分布している。これは E. BOURDOT DUTRA⁵²⁾ により先カンブリア時代の岩層と推定された Itajaí 統である。垂直的にも水平的にも変化の激しい岩相を示し粗粒礫岩 珩質砂岩 シルト岩 アークス スレート 質頁岩および絹雲母質千枚岩などから構成されている。おもな色は赤色 紫色 灰色と緑色で少なくとも 1,000 m の厚さを持っている (P. F. DE CARVALHO と E. A. PINTO⁵³⁾)。とくに 南東方向への強い傾斜を示し珩岩質貫入岩に貫通されこの岩石は層内礫岩の形でも現われるので火成活動は堆積作用と同時期に起こったものと思われる。花崗岩もこの統を貫通しているという情報もあるがその根拠は疑わしい。Itajaí 統の岩石組成は構造的に活発な環境で堆積が行なわれた反応を見せており火成活動がさかんな地溝と関連のある可能性がある。多分 Paraná 州 Castro 町付近にアークスとこれを貫通する珩岩⁵⁴⁾ または Santa Catarina 州 Campo Alegre 高原に現われる流紋岩⁵⁵⁾ も Itajaí 統と同時期のものと考えられる。

3・6 古生代中期および後期の堆積盆地

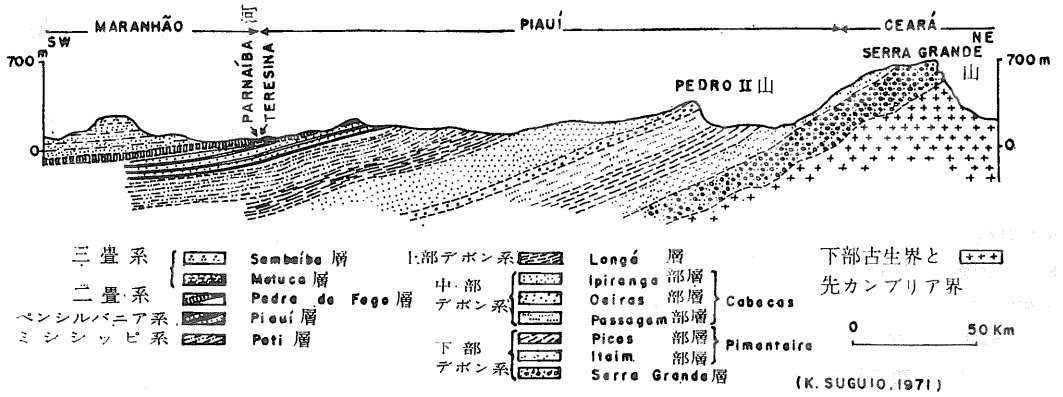
(Parnaíba 盆地)

Parnaíba 堆積盆地は 600,000 平方 km 以上の面積を有し Piauí 州 Maranhão 州と Goiás 州 Pará 州 Ceará 州の一部にまたがっている。周縁は一般に先カンブリア時代の岩石からなる。北西部では新生代の大構造の Marajó 地溝と境を接するがこの中間では Maranhão 州の Gurupi と Turiaçu 河流域の Alcoobaça より上流の Tocantins 河まで分布し部分的には白亜紀や第三紀の堆積物におおわれた先カンブリア時代の隆起帯がみられる。北部では部分的に現在の海底下にも多分存在するものと思われる。代表的なイントラクラトニック堆積盆地で周縁のデボン紀以前の構造と不整合的關係の正地向斜である(第 2 図参照)。

この盆地の堆積物は おもに碎屑質で 地区的には 3,700m の厚さを有し 50%以上が砂質成分からなる。デボン紀前期よりミシシッピ紀までこの盆地は海底下にあったがこれ以後の海進は時々しか起こらなかった。この盆地の構造運動がおだやかであったことは岩石組成の単調など堆積層に重要な変動が見られないことなどによりあきらかである。ゆるやかな幅の広い北東と北西方向を示す褶曲がみられるがこれは造陸運動の結果である。地区的な縮小移動しか見せない断層も現われるが盆地周縁で見られるほぼ南北方向を持った断層は顕著なものである。このような変動はとくに古生代の終わり頃に活発であり二疊紀と三疊紀の接する部分は地区的に傾斜不整合があらわれる。

古生代の堆積作用は火成活動をとまなわなかったが三疊紀後期には玄武岩流や輝緑岩の貫入が盆地の中心部と西部でみられる。Parnaíba 盆地の独立した堆積地域としての地位は二疊紀のみであったがブラジル内陸の陸成の中生代および第三紀堆積層の分布はここでも広範囲にわたって見ることができる。Parnaíba 盆地と Amazonas 盆地が古生代に存在していた可能性を明白にする基礎知識は十分でないがとくにデボン紀の化石動物群の類似は盆地の存在を暗示している。Parnaíba 盆地と Paraná 盆地の偶発性関連については数名の学者が暗示しているがこれについては上記よりもっと根拠は少ない。すなわち Goiás 州や Mato Grosso 州地方を通じて両盆地は続いていたと思われるがこの地域はブラジル国内でも最も調査のおくれている地域で実証するための資料が不足している。

海成堆積作用は盆地の東方周縁からはじまり H. SMALL の Serra Grande 層⁵⁶⁾ が生成された。一部礫質な部分を有しおもにカオリン質砂岩からなり盆地の中心部へ



第6図 Parnaíba 堆積盆 (Maranhão 盆地) の東部周縁の断面図 (W. KEGEL 1966 はよる)

の傾斜方向を示す斜層理が見られる。厚さは変化に富むが、南から北へ向かって増加し 0 から 700m までになる。特徴的な大陸棚の堆積物で起伏のない海底に変化の多い海流に支配され、おもに浅海成層として堆積が行なわれた。無化石で Pimenteira 層の下位にあり、これとはハイエイタス (Hiatus) 関係で接し、年代はデボン紀前期かシルル紀後期とされている⁵⁷⁾。上位の Pimenteira 層 (H. SMALL⁵⁸⁾) は 200m から 300m の厚さを示し、下部層は Itaim 部層 (W. KEGEL⁵⁹⁾) と名付けられ、雲母質およびシルト質の灰色または赤色砂岩および従属するシルト岩と頁岩から構成され、まれに斧足類、腕足類、節口類および Psilophytales 目の植物化石などの産出がみられる。上部層の Picos 部層 (F. B. PLUMMER⁶⁰⁾) は灰色、黄色および赤色の砂岩、シルト岩および頁岩で構成されており、鉄鉱ノジュールも含んでいる。この地層は豊富な海生化石を含んでおり、これによるとデボン紀前期のものであることが証明される。すなわち、魚類化石の *Macueracanthus* などが代表的な化石である。原始的な羊歯植物の化石も産出する。無脊椎動物の化石は Amazonas および Paraná 堆積盆地のデボン紀前期のものと同種である。Pimenteira 層は開海 (Open Sea) の浅海堆積物である。

Parnaíba 盆地のデボン紀中期は F. B. PLUMMER の名付けた海成の Cabeças 層によって代表されるが、この層の岩相はとくに砂質で一部シルト岩や頁岩を夾有している。盆地の西部周縁の Carolina 町付近で Conselho Nacional do Petróleo (内国石油審議会) によって行なわれたボーリングは Cabeças 層を貫通している。Passagem 部層が下部をなし、上位には Oeiras 部層と Ipiranga 部層がある。とくに、中部部層に多い砂質岩は地方の風景にまで特徴的な景観を与えている。上・下部部層より採取された化石類は腕足類、三葉虫類

軟体動物類、節口類、魚類および植物化石であり、デボン紀中期と年代を決定するのに役立つ⁶¹⁾。Oeiras 砂岩部層は多分海岸堆積物で、他の 2 者は浅海堆積物であろう。

デボン紀後期を代表する地層は Longá 層で (O. ALBUQUERQUE と V. DEQUECH) とくに黄鉄鉱質灰色頁岩からなり、シルト岩および細粒砂岩は従属岩である。Maranhão 州南西の Riachão のボーリングでは約 560m の厚さを示す。このボーリングによって Longá 層中部の氷河作用による条痕をもった氷食礫を含む氷礫岩が貫通されたが、これは 1938 年に P. DE MOURA が Pará 州のデボン紀後期の堆積物の中で記載した海成氷河期の堆積物と等しいと思われる。今までに Longá 層で発見された化石は少なく、また特徴的なものもないが、斧足類、棘皮類、魚類、腕足類および植物化石などがある。この化石群集は海成浅海還元環境で堆積作用が行なわれたことを示している。Longá 層上位には整合的に乏しい軟体動物類および腕足類を含む細粒ないし中粒砂岩層が現われるが、この層は盆地中心部が海成環境であったことを示している。この砂岩層の上部には豊富な植物化石が砂岩、シルト岩および頁岩中から産出され、周期的海退のあったことを記録している。植物化石は E. DOLIANTI⁶³⁾ により鑑定され、ジナンシアン下部石炭系化石植物群に属する *Lepidodendropsis* や *Triphylopteris* などである。この海成および陸成堆積層は 200m から 250m の厚さを示し、G. DE PAIVA⁶⁴⁾ が Serviço Geológico Federal (連邦政府地質調査所) により行なわれた Teresina 市 (Piauí 州首府) 近くの 125 番目のボーリングの資料を解釈するにあたり Poti 層と名付けた。

Parnaíba 盆地の石炭紀後期は狭い意味での H. SMALL⁶⁵⁾ の Piauí 統により代表される。海成、湖沼成、河成あるいは風成の混成堆積環境を示し、地区的にわずかな変

形作用も受けており 盆地の振動を示している。岩石学的には石灰質砂岩 シルト岩 および頁岩などからなり これの上位には盆地の東部と西部で石灰岩バンクがみられ Mocambo 石灰岩と名付けられ海生軟体動物類 三葉虫類 および腕足類などを豊富に産出する。とくに三葉虫類の研究により W. KEGEL⁶⁹⁾は Mocambo 石灰岩の動物化石を石炭紀後期前半のものとして ウェストファリアン統に対比している。Maranhão 州海岸線近くでの PETROBRÁS S/A (ブラジル石油公社)のボーリングにより盆地の中の地溝がみつきり ここでの石炭系は 1,700m の厚さの堆積物によって代表されている。Parnaíba 堆積盆地の二疊系は 300m の厚さを有し 垂直的にも水平的にも岩相変化のいちじるしい陸成堆積物からなる雑色頁岩 石灰質シルト岩および砂岩などがみられる。中東地区では 下部に砂質の Saraiva 部層があり石炭紀の連続堆積作用 ハイエイタス (Hiatus) の存在および地区的な傾斜不整合などの関係で接する。

この上位には Pedra de Fogo 層 (F. B. PLUMMER⁶⁷⁾) が現われるが 盆地の東部では薄い層をなし 西部では 300m の厚さを有するシルト岩 砂岩 頁岩および珪質石灰岩などからなる。特徴としてはオオライトやピソライト質の玉髄岩がノジュールまたは層理状に夾有されていることがある。化石の中には珪岩化された Psaronius 属のペコピテリス類の大木などがみられ 沼成環境を指示しているようである。R. S. SANTOS⁶⁸⁾により記載された Pleuracanthus や Ctenacanthus 類の魚の化石も知られている。また L. I. PRICE⁶⁹⁾により記載された二疊紀前期に属する両棲動物の化石も含まれている。Pedra de Fogo 層の延長部は Goiás 州の Tocantins 河岸にも見られる。Parnaíba 盆地で地質時代の経過はゆるやかな傾斜の変形作用で示されるが この活動は二疊紀前期から三疊紀後期の間にあったもので 地区的には Pedra de Fogo 層と Caxias 層の間に見られるような傾斜不整合をもたらす結果となった。三疊紀前期以後の堆積作用は盆地内だけに限定されず 周縁の先デボン紀地域にまでおよび他の盆地の堆積物との類似性が増加した。

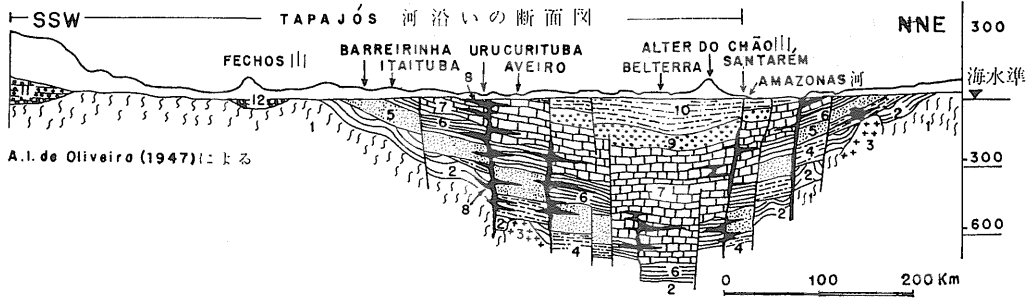
3・7 Amazonas 堆積盆地

Amazonas 堆積盆地は北東方向に延びた古生代の堆積物によって構成され Amazonas 河口近くからペルーやコロンビアとの国境近くまでひろがっている。Amazonas 河の両岸に現在露出しているこの盆地の堆積物は 600,000 平方 km の分布面積を占めている。しかし石炭紀堆積物は Acre 准州西部までしか知られておらず Conselho Nacional do Petróleo (ブラジル石油審議会)

の行なった物理探査の結果によると第三紀層におおわれているが 少なくとも Juruá 河下流までその延長部が見られるので Amazonas 堆積盆地の面積は少なくとも 1,000,000 平方 km に達するであろう。Amazonas 州首都 Manaus の子午線の付近でこの盆地の幅は 600km 以上で 広大な Guianas と Brasil Central クラトン地域の間にはさまれている。アンデス山脈地向斜との地理的關係および東方の限界はあきらかでないが 多分 Amazonas 盆地以後に独立的に生成された Marajó 地溝下にも延長を持つと思われる。Amazonas 盆地は代表的なイントラクラトン盆地で その性質は Parnaíba 盆地に類似している。周縁の先カンブリア時代の地質構造との関連はまだ明らかにされていないが 多分原生代の最終期造山活動とともにできた盆地であろう。

この盆地の堆積物は古生代のもので 3,000m 以上の厚さの海成層からなり 重要な幾つかのハイエイタスを挟んでシルル紀前期(これ以前から始まった可能性もある)から石炭紀後期までのものである。とくに 碎屑質岩相に代表され 開いた盆地(Open Basin)に堆積したもので この盆地の発達史の終了時近くに行なわれた構造的運動の結果として制限された循環の環境となったため 数 100m の厚さの蒸発残留岩(とくに岩塩)の沈積が行なわれた。下部層を除くといちじるしい褶曲を示さず 盆地の中央軸線の方向に各層は傾斜しているので Amazonas 河の両岸のおもな支流の沿岸に露出し とくに Pará 州ではこのような露頭が詳しく調査されている。ブラジルの古生代盆地の中で Amazonas 盆地がもっとも解明のおくれている地域で この理由は地形的に平坦な上 原始林におおわれているので 調査が困難なためである。Conselho Nacional do Petróleo が行なった物理探査によると この盆地はその延長方向とは対角線方向をなした北東方向を示す幾多の地壘や地溝を具えているようである。Amazonas 河両岸の支流も この破砕作用の方向性を示しているように見え また破砕面の運動も地質年代的に案外新しい時代に復活されたようにも思われる。オルドビス紀以後の古生代堆積作用は火成活動をともなわず 数多い輝緑岩貫入岩類は良く解らないが レート階に属すると考えられ 堆積物は全然変質作用を受けていない。

Amazonas 堆積盆地は独立した堆積区域としての役割をペンシルバニア紀まで終了した。すなわち この盆地には確実な二疊紀 三疊紀およびジュラ紀の堆積層は見つかっていない。白亜紀と第三紀にこの盆地もブラジル内陸の広大な陸成堆積作用の影響をうけ 西部末端では北方からきた海進もうけた。



A. I. de Oliveira (1947)による

第7図 Amazonas 堆積盆地の模式断面図

1. 先カンブリア界 カンブリア系 2. Uatumã 統 3. 珩岩類
- 下部シルル系 4. Trombetas 統 デボン系 5. Maecuru 層群 6. Curuá 層群 石炭系 7. Itaituba 統 レー
- ト階 8. 輝緑岩の貫入 上部石炭系 9. Sucunduri 層 10. Barreiras 統 (Alter do Chão層) 11. および12. 第三系

Amazonas 盆地で一番古い地層は古生代のものと推定され A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS⁷¹⁾ により Uatumã 統と名付けられ 無化石で かるい変質作用を受けた赤色や緑色の長石質珩岩や 変質性アークスで構成されている。Amazonas 河両岸に露出し おもな支流では100m以上の厚さの露頭をなし 珩岩に貫通されている。明瞭な傾斜不整合関係で 先カンブリア時代の岩石上に横たわっており Uatumã 層自身も褶曲運動をうけ 20度以上の傾斜を示す。上位にある化石の豊富な変形を受けていないシルル紀前期の堆積物と 傾斜不整合関係で接しているので Uatumã 統は古生代前期のものとしており カレドニア造山活動の古い時期 (タコニック時相?) の影響を受けているようである。Rio Branco 准州で見られる変質アークスや珩岩 およびAmazonas 河南方地区で記載されている噴出物や類似堆積物も Uatumã 統のものであろう。

Amazonas 盆地のシルル系は Trombetas 統と称され もっとも詳細に調査された地区の河の名称がつけられている。300m⁷²⁾以上の厚さを示し白色 黄色ないし灰色の泥質砂岩層からなり 一部シルト岩や泥質頁岩に変化し おもにAmazonas 河畔や支流河岸に露出している。この地層から産する豊富な動物化石群には 腕足類 軟体動物類 海綿動物 虫塊 貝形類 筆石類などあり この中ではシルル紀前期の特徴とされる *Climacograptus innotatus* NICHOLSON var. *brasiliensis* RUEDMAN が ある(ランドベリ統下部か中部)。Amazonas 盆地のシルル系はあきらかに浅海成で 海と直通になった寒い気候下で堆積した。

Trombetas 統の上位には明瞭な傾斜不整合は見られないが あきらかにハイエイタス関係でデボン紀の堆積層が現われ Amazonas 河両岸に露出している。最下部

の地層は O. A. DERBY の名付けた Maecuru 層群で その下部は白色または黄色の砂岩からなり 上部には頁岩やシルト岩などが夾まれ 400m 近くの厚さがボーリングで確認されている。豊富な海生化石を産出し 腕足類 軟体動物類 三葉虫類 苔虫類および花虫類などが発見されており とくに三葉虫と腕足類の研究により J. M. CLARKE⁷³⁾ は北米ニューヨーク州のデボン紀前期の Helderberg-Oriskany に対比した。O. A. DERBY の名付けた Curuá 層群はデボン紀中期のもので 黒色シルト質 および泥質頁岩からなり一部瀝青質頁岩 砂岩および石灰岩などを夾有している。PETROBRÁS の行なったボーリングの結果によると 350m の厚さを示し 豊富に発見される海生化石群は C. F. HARTT と R. RATHBUN⁷⁴⁾ により研究され 腕足類 三葉虫類 軟体動物類 苔虫類 および植物遺骸などが鑑判された。Amazonas 盆地のデボン紀後期の層序は混んとした状態である。Pará 州 Monte Alegre 地方の Ererê 山脈の麓に分布する 黒色頁岩 シルト岩および砂岩からなる地層から F. DE PAULA OLIVEIRA は軟体動物類化石を採取し そのなかから1種類の腕足類の殻を識別した。これは J. M. CLARKE⁷⁵⁾ の研究により北米ニューヨーク州のデボン紀後期の Genesee 頁岩層の *Schizobulus truncatus* HALL に同定された。この地層を O. A. DERBY は Ererê 層群と称した。Curuá 層群とこれの関係はわかっていないが発見された化石により Monte Alegre では上部層に対比する者もあれば 下部層に対比する者もある。Amazonas 堆積盆地のデボン系はおもに浅海環境で堆積が行なわれ 広範囲にわたって海と関連し遠方からきた動物の棲息がみられたが 水温は一般に低かったようである。水成堆積物である可能性を持つ堆積物が Pará 州のデボン系上部に記載されているが 同様なことが Parnaíba 盆地の Longá 層にも記載されていることは興

味深いことである。

この盆地には石炭系も発見されており Amazonas 河兩岸や支流の河岸に露出している。P. DE MOURA と A. WARDERLEY⁷⁷⁾により Acre 准州の西部末端の Moa 河流域でも記載されており これは HARTT (1777年)により Itaituba 統と名付けられた。Amazonas 盆地の今まで記述した各層とは異なり Itaituba 統はとくに灰色や黄色で珪質化された石灰岩と 蒸発岩によって構成されている。この蒸発岩類は 石膏石 硬石膏と岩塩からなり 少量の頁岩 シルト岩や砂岩が夾まれている。石炭紀前期に対応するハイエイタスをへだてて デボン系の上に横たわっており Madeira 河下流の Nove Olin-da 付近のボーリングでは 1,800m の厚さを示している。知られている露頭でみられる厚さはずっと薄く 300m 以下である。豊かな動物化石群は数名の化石学者の研究により 腕足類 珊瑚類 棘皮類 軟体動物類 腹足類 苔虫類 三葉虫類および有孔虫類などが同定された。有孔虫は S. PETRI⁷⁸⁾により *Millerella* と *Fusulinella* の2種が同定され O. DERBY 当時 (1874年) から石炭紀後期とされていたこの堆積層の時代が中部ペンシルバニア紀に限定された。Itaituba 層はかなり深い所の海成堆積物と推定され 気候は乾燥した地方であったため蒸発が盛んで海との関連はほとんどなかったと思われ J. C. MENDES⁷⁹⁾の考察も同様である。Nova Olin-da No. 1 ボーリングによると石灰岩は下部から上部に向かって減少し 岩塩はその逆であるから盆地が漸進的に乾燥して行ったことを物語っている。一般に盆地の中心部では岩塩より石灰岩の方が多量である。

3・8 Paraná 堆積盆地

Paraná 堆積盆地はアメリカで最大の Gondwana 系堆積盆地で ブラジル南部の各州にまたがり分布する。Mato Grosso 州 Minas Gerais 州 Goiás 州の大部分 São Paulo 州 Paraná 州 Santa Catarina 州 Rio Grande do Sul 州それから隣接国のウルグアイ パラグアイ アルゼンチンおよびボリビアにまで広がっている。この盆地の当初の面積は 1,600,000 平方 km 以上であったと推定されており 広大な面積にもかかわらず ブラジルの古生代盆地の中でもっとも調査が進んでいる。標準地質柱状は 1908年に I. C. WHITE によって提案されたが 部分的には変更されながらもすべての地質学者の合意をうるまでには至っていない。東部と北東部の浸食された周縁は Escudo Atlântico (Atlântico 楯状地) と Arco da Canastra (Canastra 隆起帯) として知られている先カンブリア時代の地質構造によって限られている。浸食境界にもかかわらず一見整合的な境界面で

接し それぞれ相応した北東と北西の方向性を示している。しかし 西部では中生代以後はげしい浸食作用を受け また 地区的には新生代の重要な沈降運動をうけたので 当初の境界線の概略さえも知ることは不可能と思われる。多分 Corumbá 盆地までその延長が見られたであろう。南西部にはアルゼンチン北部地方の Pampas (南米南部の大草原) 地区まで延長していることはボーリングによって明らかになっている。しかしながら アンデス山脈前ゴンドワナおよび他のアルゼンチンの盆地との地理的關係は解っていない。Paraná 盆地はイントラクラチックの地向斜であり 先カンブリア時代の地質構造に支配されており この構造の方向性が盆地の原型に影響をおよぼし 造陸活動にも干渉したと考えられる。堆積層はただ地区的なわずかな変形作用を受けており 盆地の中心部へ向かっての地域的傾斜は 1km あたり 20m である。

Paraná 盆地の堆積作用は 石炭紀 二疊紀 三疊紀においては圧倒的に陸成環境であったが デボン紀には海成環境のもとで行なわれた 沈降運動を受けたが これは連続的ではなく また地区的な差もあり 一部では隆起帯が現われ無数のハイエイタスや傾斜不整合なども見られ 岩石の性質も異なっている。この盆地の幾つかの岩層は特徴的な性質を有し 広範囲にわたって変化を示さない。Paraná 盆地の堆積層の最大の厚さは 3,000 m 以上であり これに組み合わせられて厚さ 1,560m 以下の玄武岩の熔岩や 整合的なレート期の貫入岩も見られる。この盆地の地質構造から見ても Paraná 河上流域の盆地中心部付近では 周縁部よりずっと厚い堆積が行なわれたはずである。今の所 シルル紀前期にパラグアイ東部や ボリビアの Chiquita 地区で起こった海進がどのような影響を Paraná 盆地に与えたかあきらかでないが デボン紀前期には Andes 地区からの海進により 盆地は広大な Atlântico 山塊まで拡大され 時には Canastra 隆起帯まで延びた湾となった。この海進により平坦化されていた地表は 厚い砂質岩層でおおわれ 海退はデボン紀中期に起こった。

石炭紀より盆地は縮少の方向に向かい独立していった。新古生代の堆積物はほとんど碎屑質で石炭紀後期にあった氷河時代と 地域的に海進を意味する (最大の海進は二疊紀にあり)。ドロマイトおよび瀝青頁岩や 細粒碎屑物が大汽水湖で沈積され この汽水湖の貝類は海生種から非海生種に変化したに違いない。おそらく 二疊紀後期または三疊紀にアルゼンチンで起きたアンデス山脈の造山運動にともなって Paraná 盆地の堆積相もわずかな変形作用を受け断層を生じ 二疊紀前期と三疊紀後

期の間にはいたるところに傾斜不整合もできた。この変形作用は、ゲルマン型地殻変動期に絶頂に達し、トラクシオン型破断および鱗片状構造運動などを生じたが、これは Santa Catarina 州の南部でくわしく研究されている⁸⁰⁾。

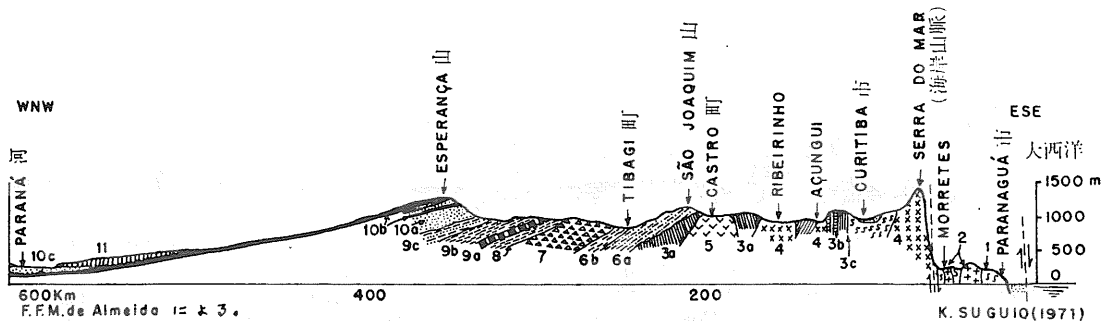
レート期にこの盆地で玄武岩質火成活動が盛んであったことも上記の構造と関連がある。Paraná 盆地の独立性がなくなったのは、二疊紀以後であり、三疊紀の堆積作用は盆地の境界線をのりこえて、周縁の先カンブリア時代の構造上まで拡大し、Parnaíba盆地や São Francisco 盆地にまで影響をおよぼした可能性がある。玄武岩の熔岩でさえ現在は盆地の内部だけに限定されているが、それ以上の広範囲に分布していたことは、Atlântico 山塊中や中央ブラジル山塊 (Brasil Central) で見られる貫入岩がこれを示唆している。しかし、この盆地の沈降運動は地地的に行なわれ、Paraná 河流域で白亜紀後期の堆積作用を起こした。

デボン紀の海進は Paraná 盆地内の広範囲にわたって碎屑質堆積物をもたらし、São Paulo 州と Paraná 州に分布する Paraná 統を形成した (D. GUIMARAES⁸¹⁾)。さらに Goiás 州南部と Mato Grosso 州中央東部には Chapada 統を堆積するにいたった (J. W. EVANS⁸²⁾)。広範囲にわたるデボン紀堆積物の下部には礫岩相が見られ、一部泥質の砂岩からなり、Paraná 州と São Paulo 州の Furnas 砂岩層を形成する (E. OLIVEIRA⁸³⁾)。厚さ150mの泥質砂岩は、いちじるしい斜層理を示し、年代決定に役立たない虫塊以外に化石を産出しない (F. W. LANGE⁸⁴⁾)。上部に向かって緑色ないし灰色の雲母質頁岩層に移り変わり、砂岩や泥質シルト岩の中間層もみられ、全層の厚さは300mを越す。この堆積層は Ponta Grossa 頁岩層 (P. E. OLIVEIRA⁸⁵⁾) と称され、豊富な海生動物化石を産出し、腕足類、三葉虫類、軟体動物類、腹足類、頭足類、棘皮類およびその他の動物化石ならびに植物遺骸なども見られる。この動物化石群は J. M. CLARKE⁸⁶⁾ によって研究され、デボン紀前期のものとされ、同時期の南半球動物群に対比できる。O. A. DERBY (1896年⁸⁷⁾) によると、Mato Grosso州にはデボン紀中期の無脊椎動物化石の発見される可能性があり、K. CASTER⁸⁸⁾ の調査はこの事実を確認しているようである。Paraná と Chapada 統の堆積作用は構造的に安定し、平坦化された卓状地の上で行なわれた。これらの堆積岩質および化石の種類は、堆積作用が寒い気候のもとで行なわれたことを指示している。

Paraná 盆地の Gondwana 系は I. C. WHITE (1908⁸⁹⁾) により Santa Catarina 系と名付けられ、盆地の周縁部

では、いたるところで確認されている3つの統によって構成されている。Tubarão 統は二疊・石炭紀時代のもので、Serra Geral の断面では非常に不完全な状態で露出し、他方 Paraná 州と São Paulo 州では1,000m以上の厚さを示している。あらゆる環境で生成された特徴的な碎屑質堆積物からなり、氷河成、先氷河成、湖沼成、河成および海成層から構成されている。この地層の上部には夾炭層があり、おもに Santa Catarina 州 Rio Grande do Sul 州および Paraná 州にその大鉄床が賦存している。特徴的な動物化石群により証明される海成層が3層夾有されている。大陸性氷河時代の拡張の回数を現わしている氷成礫岩層の数は、Rio Grande do Sul と Santa Catarina 州南部では1層であり、São Paulo 州と Paraná 州北部では5層である。このような氷成層の対比は十分に行われていない。Rio Grande do Sul 州の São Jerônimo 炭田に分布する Tubarão 統は下部に30mの厚さを示す氷成礫岩を含む氷河成、河氷河成および氷河湖成 (氷食湖成) 堆積岩層を夾み、この上位に約60mの厚さの I. C. WHITE が名付けた Rio Bonito 層に対比される夾炭層が夾まれている。最上部層は Santa Catarina 州地質柱状の Palermo 頁岩層⁹⁰⁾ に対比される。海生化石⁹¹⁾ および植物遺骸が V. LEINZ A. BARBOSA および E. A. TEIXEIRA⁹²⁾ の名付けた Maricá 層から発見され、それ以後 E. MARTINS M. SENA SOBRINHO および K. BEURLEN⁹³⁾ の調査によって、これおよび他のデボン紀かそれ以前または白亜紀のものと推定されていた地層は Tubarão 統に含められた。P. F. DE CARVALHO⁹⁴⁾ の Santa Tecla 層などがその例であるが、このような説に反対の声も上がっている (A. F. BARBOSA⁹⁵⁾)。

Maricá 層は、上位の傾斜不整合関係での上にある安山岩の火成活動を受けた Camaquã 統が堆積する以前に珪質珩岩の火成活動を受けていた。Santa Catarina 州南部の Serra Geral (Gerais 山脈) の麓の炭田地域では下部に Orleans 氷成礫岩層があり、上部には158mの厚さの灰色砂岩と頁岩やシルト岩からなる中間層が見られ、I. C. WHITE により Rio Bonito 層と名付けられ、ここでは5層の石炭層が夾まれている (R. PUTZER⁹⁶⁾)。この上位には非海成のシルト岩、頁岩および細粒砂岩が WHITE の名付けた Palermo 層を構成しており、Santa Catarina 州中央東部の Itajaí 河谷でみられる下部の氷成層は2層の氷成礫岩を夾んでいる。上部には重要な Taió 海成層が夾まれており (F. R. COWPER REED W. KEGEL と M. T. DA COSTA⁹⁷⁾)、最上位の海成層準で、薄い石炭層をはさむ細粒砂岩や灰色シルト岩からなり、ほぼ Rio Bonito 層に対比できる。Paraná 州の Tubarão



第8図 Paraná 堆積盆地の東部周縁の断面図

下部先カンブリア界 1. 片麻岩および片岩 2. 花崗岩 上部先カンブリア界 (Açungui 統) 3a 片岩 3b 珪岩 3c 大理石 4. 花崗岩 カンブリア系 5. Castro の礫岩 下部ペロン系 (Paraná 統) 6a Furnas 砂岩層 6b Ponta Grossa 頁岩層 石炭系 (Tubarão 統) 7. Itararé 層群 8. Guatá 層群 下部二疊系 (Passa Dois 統) 9a Irati 層 9b Estrada Nova 層 9c Rio do Rasto 層 上部三疊系 (São Bento 統) 10a Botucatu 砂岩層 10b 玄武岩熔岩流 10c Caiuá 砂岩層 上部白亜系 11. Bauru 統

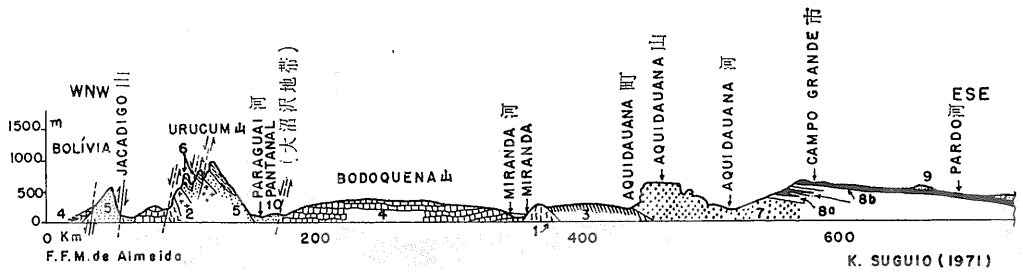
統⁹⁾は南部では 氷成礫岩層を4層夾さみ São Paulo 州近辺では5層夾んでいる。この氷成層の上位には細粒砂岩 シルト岩 および灰色頁岩からなる Passinho 層が見られ この層は *Barroisella imbituvensis* とよばれる (Oliveira LANGE⁹⁹⁾) ペンシルバニア系の 海生の腕足類化石を産出する。Tubarão 統の中で一番広く分布している海成層にみられるこの化石は Rio Grande do Sul 州から Paraná 州北部までその産出が知られている。Paraná 州の Rio Bonito 層は120mの厚さを示しやはり重要な炭層を夾み 北部 (Venceslau Braz 付近) では最上部の氷成礫岩層中に夾まれている。

Tubarão 統の上位に Paraná 州では約100mの厚さのシルト岩と頁岩を見ることができ 南部では Palermo 頁岩層に対応し 北部では São Paulo 州の Itapetininga 層に類似している。São Paulo 州の Tietê 河流域の Tubarão 統は1,000m以上の厚さを示し F. DE ALMEIDA と O. BARBOSA は5つの累層に分類した。最下部は Itu 層で 両末端には2層の氷成礫岩を夾み 中間は砂岩 礫岩 氷縞粘土岩や頁岩などから構成されている。上部氷成礫岩の下には Monte-Mor の石炭鉱床がある。ここでは今まで分類同定された内で一番古い植物群集が見られる。次はとくに砂質の Capivari 層で一番古い時代の海進を証明する化石を含む。その上位には Gramadinho 層があり これは氷成堆積物で 氷成礫岩層を2層と中間層に先氷河堆積物 (Pre-Glacial Deposit) をはさむ。この上位の Tietê 層は変化にとぼしい細粒砂岩 シルト岩および泥質頁岩の連続で100m以上の厚さを示している。この層の上部近くの不連続なシリーズ中に5層目の氷成礫岩層があり 上下に石炭層がみら

れる。Tietê 層の上位には約120mの厚さを示す碎屑砂質岩相からなる Itapetininga 層が現われる。これの最下部には Tupi と称され おもに赤色を呈する氷礫土がある。

上位層は Tatui 層で 全然氷河作用の形跡を示さず海緑石を含む緑色の堆積物である。海成層と思われるが 他に石灰岩や玉髓岩などもある。Tubarão 統は豊富な化石を産出するがおもに植物化石で 最上部の氷成礫岩上の Rio Bonito 層から産出する。それは有名な *Glossopteris-Gangamopteris* 植物化石群集であり 現在までに50種以上が記載され北方種に対比されている。動物化石も多いが 地方的特徴をもち 外国のそれと対比することはむずかしい。おもに二枚貝 軟体動物類腕足類および魚類の化石で海成層から産出する¹⁰²⁾。H. PUTZER¹⁰³⁾ が Santa Catarina 州南部の Palermo 層の頁岩中から発見した歯の化石は F. VON HUENE の鑑定によると 多分両棲類 *Loxoma* のものであろうと考えられる。もしこれが正しければ ブラジル南部の Tubarão 統最上部層は ペンシルバニア系に対比できる。ほかに甲殻類やこん虫類の化石も見つかっている。

盆地の北部周縁と西部のゴンドワナ氷成層は M. A. LISBOA¹⁰⁴⁾ の Aquidauana 統で代表され この露頭は連続的に Goiás 州の Araguaia 河上流流域から Mato Grosso 州の Apa 河までの延長を持ち ここからパラグアイに入る。Minas Gerais 州では Garnde 河の左岸に露出し São Paulo 州の Mococa の近辺まで分布している。この地層は M. A. RIBEIRO LISBOA¹⁰⁵⁾ G. R. MILWARD¹⁰⁶⁾ F. ALMEIDA¹⁰⁷⁾ および K. BEURLÉN¹⁰⁸⁾ などにより



第9図 Paraná 堆積盆地の西部周縁断面図

下部先カンブリア界 1. 片麻岩および片岩 2. 花崗岩 上部先カンブリア界 3. Cuiabá 統 カンブリア系 4. Bodoquena 統 下部シルル系 (Jacadigo 統) 5. Urucum 層 6. Santa Cruz 層 石炭系 7. Aquidauana 統 上部三疊系 (São Bento 統) 8a Botucatu 砂岩層 8b 玄武岩熔岩流 上部白亜系 9. Bauru 統 第四系 Pantanal (大沼沢地帯) の砂

詳しく調査されている。Aquidauana 統はおもに泥質砂岩 シルト岩 礫岩から構成され頁岩および珪質石灰岩などを夾有している。Mato Grosso 州南部で少なくとも3層の水成礫岩層が見られ また Goiás 州 Minas Gerais 州および São Paulo 州では2層が見られる。大部分の部層は特徴的に後成的赤色を呈する。最大の厚さは Mato Grosso 州南部で約500m であるが 盆地の北東周縁部では200m 以下である。産出される幾つかの植物化石や小型の淡水生軟体動物は時代を決定するのに役立つ Tubarão 統との対比は困難である。F. de ALMEIDA と O. BARBOSA によると Aquidauana 統は Tubarão 統の上位にあると推定されているが K. BEURLEN によると Aquidauana 統の3層目の水成礫岩層は Tubarão 統の最下部3層目の層準に対比できるとされている。Aquidauana 統は盆地内で氷河が新生代に3回前進したことを示しており 非海成堆積物を堆積した。

Tubarão 統の上位には全然傾斜不整合関係なしで浸食面をはさんで 細粒碎屑岩からなる Passa Dois 統が見られる。Santa Catarina 州の代表的な地質柱状図では下部から上部に向かい Itati 層 Estrada Nove 層および Rio do Rasto 層があり Paraná 盆地の二疊系を構成している。Irati 層はおもに灰色および黒色の黄鉄鉱質頁岩やドロマイトまたは地区的には石灰岩が見られ 普通玉髓石ノジュールも見られ 焦性瀝青の浸入を受けている。São Paulo 州では Irati 層は非焦性瀝青質泥質シルト質部層から始まり最下部礫岩上に10m余の厚さを占めている。F. ALMEIDA O. BARBOSA¹⁰⁹⁾ は Taquaral 部層と称し かりに Tubarão 統に含めたがその後 S. MEZZALANA¹¹⁰⁾ の調査により Irati 層に属することが証明された。Paraná 盆地周辺全体にわたり 広範囲に分布

しているが この Irati 層の厚さは約100 m程度である。Irati 層は 特徴的な化石として 原始的な小型の竜盤類 *Mesosaurus brasiliensis* MCGREGOR¹¹¹⁾ および *Stereosternum tumidum* COPE¹¹²⁾ を産出し F. VON HUENE¹¹³⁾ により一応二疊紀前期とされている。その他の化石は甲殻類 魚類および植物化石で その一部は記載されている。

Estrada Nova 層は整合関係で Irati 層の上位にあり 盆地内に広範囲に分布し 岩相の変化がはげしく場合によっては 隣接した地質柱状でも 対比に苦心する状態である。São Paulo 州南部には M. GORDON¹¹⁴⁾ が調査したおもに灰色頁岩からなる Serra Alta 部層がある。これの上位には GORDON による Teresina 部層 (L. F. DE MORAES REGO によると Teresina 層群¹¹⁵⁾) があり これは石灰質頁岩 細粒砂岩およびシルト岩からなり珪質化された石灰岩のバンクを夾有し 最大の厚さはParaná 州の Marechal Mallet では最大327mの厚さを示している。産出する化石は 地区特有の斧足類¹¹⁶⁾ 魚類および珪質化された植物化石などである。São Paulo 州では Comissão Geográfica e Geológica (地理学地質学委員会 現在の地理地質研究所) の地質学者達の研究した Corumbatai 層は Estrada Nova 層を代表するようである。ここにも下部層には100m 近くの厚さの泥質岩があり J. C. MENDES により記載された非海生貝類化石や植物化石を産出する。上部に向かって時には石灰質で玉髓岩のノジュールやレンズのはさみを持った細粒碎屑質堆積物に移り変わる。とくに緑色 灰色および紫色に富んだ岩相である。ここにも斧足類化石が発見され近年 J. C. MENDES¹¹⁷⁾ により改訂され 二疊紀前期のものとしてされている。他には パレオニスカス類や管椎類 魚化石 甲殻類 レピドデンドロン類植物化石なども産出する。

この地層の最上部層は Rio do Rasto 層と称され 2 つの部層からなり下部が Serrinha 部層 上部が Morro Pelado 部層と呼ばれている。Rio Grande do Sul Santa Catarina と Paraná 州にだけに露出し 240m までの厚さをみることができる。L. F. MORAES REGO⁽¹¹⁸⁾ の Serrinha 部層はおもに灰色か緑色のシルト岩 細粒砂岩および頁岩から構成されている。地区的に石灰岩も夾まれている。この層の貝化石は数名の学者により研究されているが 近年 J. C. MENDES が改訂を行なった。貝化石は海成と断言しがたい斧足類で 地区特有の性質を持ち 他の Passa Dois 統の各累層のものと類似している。植物化石類はとくに Paraná 州産出のものについて M. R. ZEILLER⁽¹²⁰⁾ により調査されている。Morro Pelado 部層 (M. GORDON, 1947) は 75m の厚さを示す赤色頁岩 砂岩およびシルト岩で ブラジルで採取されている古生代植物化石中でもっとも新期のものや動物化石も産出する。植物化石の一般的特性および *Leaia* と称される動物化石によると Passa Dois 統の時代は二疊紀に限定され 多分二疊紀後期にまで達していないと思われる。(つづく)

参 考 文 献

21. BEULEN, K. (1955)—in Relatório Anual do Diretor of the Divisão de Geol. e Mineral., p. 97.
22. KEGEL, W. (1956)—As inconformidades na bacia do Parnaíba e zonas adjacentes—Divisão de Geologia e Mineralogia, bol. no. 160, 59 p., Rio de Janeiro
23. OLIVEIRA, A. I. e LEONARDOS, O. H.—Geologia do Brasil—1st. edition (1940): 472 p.—Rio de Janeiro; 2nd. edition (1943): Serviço de Informação Agrícola, Série Didática no. 2, 813 p., Rio de Janeiro.
24. BRANNER, J. C. (1910)—The Tombador Escarpment in the State of Bahia, Brazil—Amer. Journal of Science, 4th. Series, vol. XXX, no. 179, p. 335—343, New Haven.
25. DERBY, O. A. (1905)—The geology of the diamond washings of Bahia, Brazil—Economic Geology, vol. I, no. 2, p. 134—142, Urbana.
26. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1940)—Geologia do Brasil—1st. Edition, p. 157—159, Rio de Janeiro.
27. BRANNER, J. C. (1911)—Aggraded limestone plains of the interior of Bahia and the climatic changes suggested by them—Geological Society of America Bull., vol. 22, p. 187—206, New York.
28. ALMEIDA, F. F. M. de (1953)—In Relatório Anual do Diretor—Divisão de Geol. e Mineral., Rio de Janeiro.
29. BRANNER, J. C. (1911)—Geography of North-Eastern Bahia, Brazil—Geographical Journal, vol. XXXVIII, no. 2, p. 139—152, no. 3, p. 256—269, London.
30. HARTT, C. F. (1870)—Geology and Physical Geology of Brazil—Field Osgood & Co., Boston, 620 p.
31. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1940)—Geologia do Brasil—1st. Edition, p. 161—162, Rio de Janeiro.
32. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1940)—Geologia do Brasil—1st. Edition, p. 184, Rio de Janeiro.
33. REGO, L. F. M. (1933)—Notas sobre a geologia, gemorfologia e recursos minerais de Sergipe—Escola de Minas de Ouro Preto, Anais no. 24, p. 31—84, Ouro Preto, Minas Gerais.
34. DERBY, O. A. (1879)—Contribuições para o estudo da Geologia do Vale do São Francisco—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Arquivos, vol. IV, p. 87—119, Rio de Janeiro.
35. RIMANN, E. T. (?)—A kimberlita no Brasil, p. 30.
36. DERBY, O. A. (1879)—Contribuições para o estudo da Geologia do Vale do São Francisco—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Arquivos, vol. IV, p. 99, Rio de Janeiro.
37. RUEDMANN, R. (1929)—Calcário fossilífero de Bom Jesus da Lapa, Bahia—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Mon. VII, p. 46—48, Rio de Janeiro.
38. UMBROVE, J. H. F. (1947)—The pulse of the Earth—2nd. Edition, 358 p., Martinus Nijhoff, Hague.
39. STTET, L. V. de (1956)—Structural Geology—p. 401.
40. MORAES, L. J. de (1937)—Geologia Econômica do Norte de Minas Gerais—Serviço de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 19, 192 p., Rio de Janeiro.
41. FREYBERG, B. von (1932)—Ergebnisse geologischer Forschungen in Minas Gerais (Brasilien)—Neues Jb. Miner., Geol. und Paleont., Sonderband II, vol. XI, 401 p., Stuttgart.
42. HARRINGTON, H. J. in JENKS, W. F. (1956)—Handbook of South American Geology—Geological Society of America Mem., 65, 378 p., New York.
43. EVANS, J. W. (1894)—Geology of Matto Grosso, particularly the region drained by the upper Paraguay—Geological Society of London, Quart. J., vol. L, part II, p. 85—104 (p. 91—93), London.
44. LISBOA, M. A. R. (1909)—Oeste de São Paulo e Sul de Mato Grosso—Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, Comissão E. Schnoor, 172 p., Rio de Janeiro.
45. ALMEIDA, F. F. M. de (1945)—Geologia do sudoeste matogrossense—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. No. 116, 118 p., Rio de Janeiro.
46. SOMMER, F. W. (1957)—Estromatólitos no calcário Corumbá—Anais da Academia Brasileira de Ciências, tomo 29, No. 2, resumo de comunicações, p. 8—9, Rio de Janeiro.

47. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1943)—*Geologia do Brasil*—2a edição, p. 216—217, Rio de Janeiro.
48. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1943)—opus cit. (47)—p. 231.
49. HARRINGTON, H. J. (1950)—*Geologia del Paraguay Oriental*—Faculdade de Ciências Exactas, Físicas y Naturales, Sèrie E, Geologia, tomo I, 82 p., Buenos Aires.
50. LISBOA, M. A. R. (1909)—opus cit. (44)—p. 59—61.
51. DORR II, J. V. N. (1946)—*Depósitos de manganês e ferro do morro do Urucum, Mato Grosso, Brasil*—Divisão de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 76, 76 p., Rio de Janeiro.
52. DUTRA, E. B. (1926)—*Reconhecimento topográfico e geológico no Estado de Santa Catarina*—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 21, p. 31—56, Rio de Janeiro (p. 50—52).
53. CARVALHO, P. F. e PINTO, E. A. (1938)—opus cit. (16)—p. 10.
54. OLIVEIRA, E. de (1927)—*Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná*—Serviço Geológico e Mineralógico, Mon. VI, 172 p., Rio de Janeiro (p. 21).
55. ALMEIDA, F. F. M. de (1949)—*Novo campo de riólitos e tufos no sul do Brasil*—Mineração e Metalurgia, vol. 14, no. 82, p. 101—106, São Paulo.
56. SMALL, H. L. (1913)—*Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte de Piauí*—Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, Série I, Publicação no. 25, 80 p., Rio de Janeiro.
57. KEGEL, W. (1953)—*Contribuição para o estudo do Devoniano da bacia do Parnaíba*—Divisão de Geologia e Mineralógica, Bol. no. 141, 48 p. Rio de Janeiro.
58. SMALL, H. L. (1913)—Opus cit. (56)—p. 62.
59. KEGEL, W. (1953)—Opus cit. (57)—p. 19.
60. PLUMMER, F. B. (1946)—*Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*—p. 94, Rio de Janeiro.
61. KEGEL, W. (1953)—Opus cit. (57) p. 33.
62. ALBUQUERQUE, O. R. de e DEQUECH, V. (1946)—*Contribuição para a geologia do Meio Norte, especialmente Piauí e Maranhão, Brasil*—Anais do II Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia, vol. III, p. 70—109, Petrópolis.
63. DOLIANITI, E. (1954)—*A flora do Carbonífero Inferior de Teresina, Piauí*—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 148, 56 p., Rio de Janeiro.
64. PAIVA, G. (1937)—*Carvão mineral de Piauí*—Serviço de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 20, 92 p., Rio de Janeiro.
65. SMALL, H. (1913)—Opus cit. (56)—p. 61.
66. KEGEL, W. (1951)—*Sôbra alguns trilobites carboníferos do Piauí e do Amazonas*—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. No. 135, 38 p., Rio de Janeiro.
67. PLUMMER, F. B. (1946)—Opus cit. (60)—p. 103—106.
68. SANTOS, R. da S. (1946)—*Duas novas formas de elasmobrânquios do meio-norte*—Anais da Academia Brasileira de Ciências, tomo XVIII, no. 4, p. 281—285, Rio de Janeiro.
69. PRICE, L. I. (1948)—*Um anfibio labirintodonte da Formação Pedra do Fogo, Estado do Maranhão*—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 124, 32 p., Rio de Janeiro.
70. Conselho Nacional do Petróleo (1950)—CNP reports (fig. 4 e 6).
71. OLIVEIRA, A. I. de e LEONARDOS, O. H. (1940)—Opus cit. (32)—p. 149.
72. DERBY, O. A. (1877)—*Contribuição para a geologia do baixo Amazonas*—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Arquivos, vol. II, p. 77—104, Rio de Janeiro.
73. CLARKE, J. M. (1913)—*Fósseis devonianos do Paraná*—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Mon. I. 353 p., Rio de Janeiro.
74. HARTT, C. F. and RATHBUN, R. (1875)—*On the devonian trilobites and mollusks of the Ererê, Province of Pará, Brazil*—Lyceum of Natural History, New York, Annals vol. XI, p. 110—127, New York.
75. CLARKE, J. M. (1913)—Opus cit. (73)—p. 325.
76. MOURA, P. de (1938)—*Geologia do Baixo Amazonas*—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 91, 94 p., Rio de Janeiro.
77. MOURA, P. de e WANDERLEY, A. L. (1938)—*Noroeste do Acre-Reconhecimentos geológicos para patrôleo*—Serviço de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 26, 116 p., Rio de Janeiro.
78. PETRI, S. (1952)—*Fusulinidae do Carbonífero do Rio Tapajós*—Estado do Pará—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. 1, no. 1, p. 30—45, São Paulo.
79. MENDES, J. C. (1956)—*Spiriferácea carboníferos do Rio Tapajós, Estado do Pará*—Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Univ. de São Paulo, Bol. no. 193, Geologia no. 13, p. 23—71, São Paulo.
80. PUTZER, H. (1953)—*Diastrofismo germanótipo e sua ralação com o vulcanismo basáltico na parte meridional de Santa Catarina*—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. II, no. 1, p. 37—74, São Paulo.
81. GUIMÁRAES, D. (1936)—*Quadro crono-geológico do Brasil*—Mineração e Metalurgia, vol. I, no. 2, p. 57—71, Rio de Janeiro.
82. EVANS, J. W. (1894)—Opus cit. (20)—p. 95—97.
83. OLIVEIRA, E. de (1927)—Opus cit. (54)—p. 31—36.
84. LANGE, F. W. (1947)—*Anelídeos poliquetas do Devoniano do Paraná*—Arquivos do Museu Paranaense, Arquivos, vol. VI, p. 161—230, Curitiba.
85. OLIVEIRA, E. de (1927)—Opus cit. (54)—p. 36—39.
86. CLARKE, J. M. (1913)—Opus cit. (73)—Rio de Janeiro.
87. DERBY, O. A. (1896)—*Nota sôbre a geologia e paleontologia de Mato Grosso*—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Arquivos, vol. IX, p. 59—89, Rio de Janeiro.

88. CASTER, K. (1947)—Expedição geológica em Goiás e Mato Grosso—Mineração e Metalurgia, vol. XII, no. 69, p. 126—127, São Paulo.
89. WHITE, I. C. (1908)—Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Relatório Final—617 p., Rio de Janeiro.
90. MACHADO, E. R. e CASTANHO, O. S. (1957)—Pesquisa de carvão mineral na faixa sedimentar do Rio Grande do Sul—Departamento Autônomo do Carvão, 42 p., Porto Alegre.
91. DOLIANITI, E. (1945)—Descoberta de fósseis na Formação Maricá, Rio Grande do Sul—Mineração e Metalurgia, vol. IX, no. 51: p. 110, Rio de Janeiro.
92. LEINZ, V., BARBOSA, A. F. e TEIXEIRA, E. A. (1941)—Mapa geológico Caçapava-Lavras, Rio Grande do Sul—Diretoria Produção Mineral, Public. No. 6 (Secretaria Estadual dos Negócios, Agricultura, Indústria e Comércio, Bol. no. 90), 39 p., Porto Alegre.
93. BEURLEN, K. e MARTINS, E. A. (1956)—Opus cit.
94. CARVALHO, P. F. de (1932)—Reconhecimento geológico no Estado do Rio Grande do Sul—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 66, 73 p., Rio de Janeiro.
95. BARBOSA, A. F. (1957)—A Série Maricá e sua posição na coluna geológica do Rio Grande do Sul—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. 6, no. 2, São Paulo.
96. PUTZER, H. (1956)—Geologia da fôlha de Tubarão, Estado de Santa Catarina—Divisão de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 96, 94 p., Rio de Janeiro.
97. REED, F. R. C. (1930)—Uma nova fauna permo-carbonífera do Brasil—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Mon. X, 45 p., Rio de Janeiro.
98. LANGE, F. W. (1954)—Estratigrafia e idade geológica da Série Tubarão—Arquivos do Museu Paranaense, Geologia no. 2, 22 p., Curitiba.
99. LANG, F. W. (1952)—Revisão da fauna marinha do folhelho Passinho—Dusenya, vol. 3, no. 1, p. 81—91, Curitiba.
100. ALMEIDA, F. F. M. de e BARBOSA, O. (1953)—Geologia das quadriculas de Piracicaba e Rio Claro—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 143, 96 p., Rio de Janeiro.
101. DOLIANITI, E. (1953 a 1956)—A flora da Gondwana inferior em Santa Catarina—Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas Preliminares e Estudos no. 60, 7 p.; no. 61, 7 p.; no. 62, 3 p.; no. 81, 5 p.; no. 95, 8 p., Rio de Janeiro.
102. KEGEL, W. e COSTA, M. T. da (1951)—Espécies neopaleozóicas do Brasil da família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 137, 48 p., Rio de Janeiro.
103. PUTZER, H. (1953)—Divisão da Formação Palermo no sul de Santa Catarina e tentativa de interpretação genética—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. III, no. 1, p. 1—28, São Paulo.
104. LISBOA, M. A. R. (1909)—Opus cit. (44)—p. 34—36, 63.
105. LISBOA, M. A. R. (1909)—Opus cit. (44)—(104).
106. MILWARD, G. B.—Contribuição para a geologia do Estado de Goiás.
107. ALMEIDA, F. F. M. de (1945)—Depósitos de origem glacial no Território de Ponta Porã—Anais da Acad. Bras. de Ciências, tomo XVII, no. 1, p. 1—11, Rio de Janeiro.
108. BEURLEN, K. (1956)—A geologia pós-algonquiana do sul do Estado de Mato Grosso—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 163, 137 p., Rio de Janeiro.
109. ALMEIDA, F. F. M. de e BARBOSA, O. (1953)—Opus cit. (100)—p. 27—28.
110. MEZZALIRA, S. (1957)—Ocorrências fossilíferas novas da Série Passa Dois na região Limeira, Rio Claro, Piracicaba—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. VI, no. 2, p. 37—56, São Paulo.
111. MAC GREGOR, J. H. (1908)—Mesosaurus brasiliensis n. sp. do Permiano Brasil—Comissão de Estudo das Minas de Carvão do Brasil, Relatório Final parte II, p. 302—336, Rio de Janeiro.
112. COPE, E. D. (1886)—A contribution to the vertebrate paleontology of Brazil—Amer. Phil. Society Proc. Vol. XXIII, No. 121, p. 1—21, Philadelphia.
113. HÜBNE, F. von (1940)—Das unterpermischen Alter aller Mesosaurier führenden Schichten—Centralblatt für Miner. Geol. und Paleot., Abt. B, p. 200—210, Stuttgart.
114. GORDON JR. M. (1947)—Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos no. 38, 20 p., Rio de Janeiro.
115. REGO, L. F. M. (1930)—A geologia do petróleo no Estado de São Paulo—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 46, 110 p., Rio de Janeiro.
116. MENDES, J. C. (1949)—Novos lamelibrânquios fósseis da Série Passa Dois, sul do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. 133, 40 p., Rio de Janeiro.
117. MENDES, J. C. (1952)—A Formação Corumbatai na região do Rio Corumbatai—Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Univ. de São Paulo, Geologia No. 8, 119 p., São Paulo.
118. REGO, L. F. M. (1930)—Opus cit. (115)—p. 45.
119. MENDES, J. C. (1949)—Opus cit. (116).
120. OLIVEIRA, E. de (1927)—Opus cit. (83)—p. 92.
121. REED, F. R. C. (1927)—Novos filópodes fósseis do Brasil—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 134, 17 p., Rio de Janeiro.