

ブラジルの地質③

KENTIRO SUGUIO (杉尾憲一郎)

4. 中生代

世界中各地方で観察できるように ブラジルでも三疊紀の堆積物は乾燥か半乾燥地帯の環境を示している。堆積物は全体的に陸成で Paraná や Parnaíba 盆地に広く分布し、古生界盆地のみに限らず楯状地の上にも広範囲に堆積が行なわれた。ブラジルでは二疊紀中・後期および三疊紀前期の堆積物は見られない。三疊紀後期と二疊紀前期の間によく現われる構造的な不整合を見ると、パリスカン造山運動の最終期の影響と見受けられる。これの一番重要な結果は、活発な玄武岩質熔岩の噴出がレート期に Paraná 盆地を支配したことであろう。この熔岩流は Atlântico 山塊 Brasil Central 山塊 Canastra 隆起帯 Amazonas 盆地および Parnaíba 盆地にまで広がっている。

陸成堆積物で大部分は非水生の生物遺骸保存に困難な環境であったため、今までに三疊紀層から見つかっている化石の数はきわめて少ない。しかし、この少数の化石から、この堆積作用がレート期ならびにドイツのライプターセに相当する時代に行なわれたことを証明するに十分である。ブラジルで確実にジュラ紀を証明する化石は見つかっていない。Bahia 州の Recôncavo 地溝の奥深くにある Brotas 層は、貝形類化石を産出し、白亜紀前期のものとしてきたが、I. G. SOHN¹²²⁾ はジュラ紀後期のものとしている。C. WASHBURNE¹²³⁾ の Caluá 砂岩層は玄武岩熔岩の上であり、貫入岩に貫通されていないのでジュラ紀のものとしてきたが、岩石学的には Botucatu 砂岩層と同様なので São Bento 統に含める方が適切と思われる。Sergipe 州の Jaboatão 層 Pernambuco 州の Cicerodantas 層および Botucatu 砂岩の砂漠堆積作用もジュラ紀に行なわれた可能性はあるが、今のところこれらの年代は決定的でない。

白亜紀の陸成堆積作用は広範囲にわたって行なわれ、部分的に先カンブリア時代の山塊や古生代の堆積盆地をおおい、地域的に構造的な地溝を埋めたところでは堆積層の厚さが1,000mにおよんでいる。この堆積作用の大部分はこの時代に行なわれた造陸運動による変形作用により、浸食の再開があったことを記録している。

4.1 Botucatu 砂漠とレート期火成活動

São Bento 統はブラジルで一番重要な三疊紀の堆積作用の結果によるものであり、Paraná 盆地のゴンドワナ紀の堆積の最後にあたる。Rio Grande do Sul 州では São Bento 統最下部に Santa Maria 層がみられ (MORAES REGO¹²⁴⁾)、地区的に下位の Estrada Nova 層と傾斜不整合関係にあり、赤色砂岩やそれには含まれた頁岩泥岩および石灰岩などから構成されている。上位には Botucatu 風成堆積物があり、含まれている化石は節足動物の遺骸¹²⁵⁾、植物化石¹²⁶⁾ および Rhynchocephalia 目の恐竜などである。この恐竜は S. WOODWARD によって研究され、三疊紀後期のものとされた。Santa Maria 層は Botucatu 砂漠形成の乾燥過程の初期の堆積物または周辺相と考えられている。Rio Grande do Sul 州以外の Botucatu 砂岩層はしばしば河成相の Pirambóia 層を下部に夾んでいるが、São Paulo 州でみられるこの厚さは数10mに過ぎない。Estrada Nova 層の古土壌の上に横たわり、特徴的な風食礫を含む。この上に Botucatu 砂岩に代表される砂丘相がある (F. P. OLIVEIRA E. HUSSAK¹²⁸⁾)。これは一般に細粒砂岩からなり、わずかに泥質な部分を夾み、赤色で São Paulo 州でみられる斜層理の方向によると、当時の風は北から南へ吹いていたと想像される。São Paulo 州でみられる厚さは約320mである。あらゆる層準に河成砂岩や礫岩が見られ、風食礫や湖成泥岩やシルト岩を夾むこともある (F. DE ALMEIDA と O. BARBOSA の Santana 層がこれである)。泥岩からは少数の貝形類やかいえび類が見つかるが、他の化石は見つかっていない¹³⁰⁾。São Paulo 州の Rifaina 山からは、かいえび類の *Estheriella* が発見され、三疊紀後期に対比できるようである。

玄武岩質火成活動が始まった頃には Botucatu の進化はかなり進んでいた。この火成活動は数100mの熔岩流で盆地を満たしたが、PETROBRÁS が行なった São Paulo 州 Porto Epitácio 町近くの試錐結果によると、1,560mの厚さを示している。熔岩流の分布面積は約1,200,000平方kmであり、この種ものではその規模が世界一である。風成砂岩が熔岩流の中間層として現われ、火成活動当時も砂漠の乾燥気候の環境が続いていたことを物語っている。熔岩流を供給した岩脈の数は数1,000

に達し 盆地周辺にもみられ とくに São Paulo 南部から Santa Catarina 州までの間に集中的に見られる。おもに 北西・南東の方向性を示し それぞれの岩脈は 100m 以上の厚さで数 10km の延長をもち 地形に盛り上りを形成している。地区的にはマグマの分化によりアルカリ性や超塩基性噴出物がみられ アルカリ性火成活動の中心地方として有名なのは Minas Gerais Poços de Caldas Araxá および Patrocínio の各州 São Paulo 州の Ipanema Santa Catarina 州の Lajes などである。このようなアルカリ性や超塩基性火山活動はダイヤモンド 重晶石 鉄鉱石 シルコン コロンバイトおよび放射性物質などと関連があり 資源的な意味をもっている。

火成活動終了後に盆地の中心部では 約 250m の厚さの風成砂から構成される Caiuá 砂岩層の堆積が行なわれた (C. Washburne¹³¹⁾。Botucatu 砂岩層の分布範囲は Canastra 隆起帯を経て São Francisco 盆地に至り¹³²⁾ さらに Parnaíba 盆地にまで達しているようである。Motuca 層と PLUMMER¹³³⁾ が名付けた地層は Parnaíba 盆地中心部の中生代前期の赤色砂岩と石膏およびドロマイトをともなう頁岩などからなる集合体である。最近 F. D. CAMPBELL ETAL¹³⁴⁾ によれば CAMPBELL の Caxias 層と M.A.R. LISBOA の Pastos Bons 層を含むが 優先権の問題上 M. A. R. LISBOA¹³⁵⁾ の Motuca 層上部の Mearim 層という名称は保存すべきである。Mearim 層は砂岩と熔岩から構成されている。Caxias 部層は おもに赤色頁岩とシルト岩および灰色砂岩からなり レンズ状の石灰岩 石膏および玉髓岩などを夾む。その厚さは約 50m で Piauí 州 Floriano 町の近くでは *Lepidotus* および *Semionotus* と称される魚化石¹³⁶⁾ が発見され 三疊紀後期のものと考えられる。Pastos Bons 部層は砂質で 一部頁岩質の中間層を夾み その厚さは 25m ないし 30m である。

Mearim 層の Parnaíba 盆地における層準は São Bento 統が Paraná 盆地におけるそれと同様であり 同じ Botucatu 砂漠の砂岩層である。これらは 細粒砂岩からなり 大部分は風成斜層理を示し 知られている厚さは約 100m である。Botucatu 層のように F. B. PLUMMER¹³⁷⁾ の研究した砂岩層は 輝緑岩質貫入岩や特徴的なソレアイト質玄武岩熔岩流などと一緒に現われるが これはとくに盆地の中心部や 西部に多いように思われる。

W. KEGEL¹³⁸⁾ の観察によると Piauí 州では中部デボン系の上に三疊系が欠除しており MORAES REGO¹³⁹⁾ が白亜紀の Urucuia 層の陸成堆積物と考えていたものの一部は 実は São Francisco 盆地の赤色層の延長であるこ

とを思いださせる。

4・2 Rio do Peixe 堆積盆地

小さな Rio do Peixe 堆積盆地¹⁴⁰⁾ は約 100 年前から知られており 三疊紀後期と思われる赤色層が分布している。先カンブリア時代の岩石の上のり Paraíba 州首府西方約 100km の地点に分布しており 当初は Ceará 州 Jaguaribe 河上流まで延びていたように思われる。盆地の広さは 100 平方 km 以下で おもに粗粒砂岩とアーコース一部礫質シルト岩 石灰質頁岩および瀝青質頁岩からなり その厚さは 260m である。堆積物はとくに緑色と赤色が特徴的である。岩層は変形されており 傾斜は割合にゆるやかで 70 度北西方向の褶曲軸をみることができ。化石としては三疊紀後期のものと思われる恐竜¹⁴¹⁾ の足跡と 斧足類の *Diplodon lucianoi* MAURY と名付けられ 米国の三疊系産のものに類似した種が発見されている。Rio do Peixe 統はおそらく構造性地溝に堆積されたもので その堆積環境は半乾燥地帯の河または湖であったと考えられる。

4・3 Cipó 堆積盆地

このように称されるのは¹⁴²⁾ Tucano 盆地としても知られている構造性盆地のことである。Bahia 州北部から Pernambuco 州までの広がりを持ち Jatobá 統および Cicero Dantas 層によって構成されている。南北の長さは約 350km で 先カンブリア時代の地質構造の平均的方向もほぼこれと合致している。盆地の境界線は先カンブリア時代と 古生代前期 (Vaza Barris 統) の構造により形成され Recôncavo 盆地からは先カンブリア時代のシルによって引き離されている。このシルは Inhambupe 河を同名の町の下流で横断するが 一部では Barreiras 統や Cicero Dantas 層におおわれている。盆地の周辺で堆積層と接する先デボン系の中に 断層は見つかっていないが 下部の堆積岩相の性質をみると 堆積作用は構造性地溝を埋めるようにして起きたように思われる。堆積物はおもに碎屑質で 3,000m 近くの厚さを持ち 北北東または北東方向に変形され 縦または対角線方向の断層が発達したことをみると 堆積作用中およびその後には圧縮的変形作用をうけたと考えられる。続いて浸食作用が始まり その後数 100m の無変形碎屑堆積物が生成されて Conselho Nacional do Petróleo の地質学者達の名付けた Cicero Dantas 層ができた。

Jatobá 統は O. DERBY¹⁴³⁾ の頃から知られており L. J. DE MORAIS¹⁴⁴⁾ によってこのように名付けられ とくに Pernambuco 州の São Francisco 河と Buique 町

間の山岳地帯でくわしく調査されている。Bahia 州では Conselho Nacional do Petróleo の地質学者達によって詳細に調査され つぎのように分類された。下から順に Vermelho 層 Tucano 層 Serra Velha 層と名付けられた。下部層はとくに泥質で 厚さは 1,200 m から 1,400 m に達し 斧足類の化石を産出する。Tucano 層はとくに緑色 灰色ないし赤色の砂岩と頁岩で少量の石灰岩や石膏が夾まれ その厚さは 1,360 m である。Serra Velha 層は雲母質シルト岩および粗粒砂岩からなり斜層理を示し 一部赤色 真紅色 灰色ならびに緑色を呈する雲母質泥質頁岩の部分もある。岩相を見ても想像できるように厚い陸成堆積物の連続であり 活発な蒸発作用が行なわれるのに好都合な 限定された地域の河成および湖成堆積物が 暑い気候のもとで蓄積されたように思われる。現在 Conselho Nacional do Petróleo の地質学者達が推定した 海成環境であった証拠は何もない。Jatobá 統から豊富に採取される化石は淡水生甲殻類や軟体動物 魚類 爬虫類と植物化石だけである。Bahia 州の Araci 近くの Vermelho 層から *Phlebopteris branneri* (WHITE) GOTHAN¹⁴⁶⁾ と称される植物化石が見つかり その上の層準から *Estheriella brasiliensis*¹⁴⁷⁾ が見つかったことなどから O. BARBOSA¹⁴⁸⁾ は Jatobá 統を三疊紀後期のものとしたがこの年代は決定的なものでなく さらに若い時代の可能性もある。

Cicero Dantas 層はおもに河成堆積物で Cipó 地溝に沈積されながらも全然変形されていない。Jatobá 統の上に傾斜不整合関係で横たわり 最下部には基底礫岩があり 盆地の周辺では先カンブリア系の上りまで分布している。その岩質はシルト岩と頁岩からなり魚類 小さな無脊椎動物 および植物化石などを産出する。

4・4 Jabotão 層

Sergipe 州北東部には白亜系の下位に不明瞭な関係で陸成堆積物が現われる。岩相は緑灰色の雲母質頁岩と一部分は礫質の砂岩層および石灰岩や泥灰岩などの中間層からなる。この地層が A. I. DE OLIVEIRA¹⁵⁰⁾ の称する Jabotão 層で 最大の厚さは 850 m である。地方的には先カンブリア界と下部古生界とが大断層によって接触しており ゆるやかな傾斜の褶曲構造を示し 全体の傾斜は現在の海の方角に向かっている。化石は魚類 貝形類 弁甲目類および植物などである。O. BARBOSA¹⁵¹⁾ はソテツ綱の植物群集の研究にもとづいて Cicero Dantas 層に対比した。しかし一方 *Estheriella brasiliensis*¹⁵²⁾ の産出により これが Bahia 州の Tucano

層にも現われるので Jatobá 統に近いとも考えられる。

4・5 Paraná 河上流盆地

このように称される地域は Paraná 堆積盆地の北部にあたり Paraná 河の Setequeadas 瀑布の玄武岩シールより上流になる。白亜紀後期にこの地区では 灰色や赤色の砂岩や泥質頁岩の厚さ 300 m 以上の堆積が行なわれ G. DE CAMPOS (1905) により Bauru 統と名付けられた。周辺からの河による運搬作用は ゆるやかな沈降作用を続けていた盆地の内部に碎屑物の蓄積をもたらした。その頃の盆地の内部は排水困難な環境となり 堆積作用は河床 氾濫原および湖で行なわれ 気温が高いので蒸発が行なわれるのに好条件で 石灰岩も生成された¹⁵⁵⁾。Bauru 統の化石はおもに爬虫類であるが 魚類 軟体動物 貝形類および植物化石なども見つかっている。恐竜は Patagonia のセノン階に対比される。このような動物化石は A. S. WOODWARD M. G. OLIVEIRA ROXO F. VON HUENE VON STACCHE およびその他の学者により研究されている¹⁵⁶⁾。Bauru 統は盆地の中心部に向けて求心的傾斜を示し 他の変形作用は受けていない。現在の Paraná 河上流盆地の境界線は浸食作用によるもので 堆積当時の Bauru 統の分布範囲よりはかなり縮小されている。堆積当時には先カンブリア界や古生界の盆地の周辺にまで侵入し 玄武岩熔岩流を斜断面に切断し Canastra 隆起帯を通過して Goiás 州や Minas Gerais 州の結晶岩高原地方にまでおよんでいた。

Minas Gerais 州 Uberaba 市近辺や 同じ州西部の他地区でも E. HUSSAK¹⁵⁷⁾ が指摘した Uberaba 層が分布しており 厚さ 50 m の凝灰砂岩層で構成されている。Mato Grosso 州 Cuiabá 市西方の広大な高原地方から珪質化された木の化石が見つかり この地域の堆積物は E. OLIVEIRA¹⁵⁸⁾ により Parecis 砂岩と名付けられ その年代は白亜紀後期とされている。また Minas Gerais 州 Bahia 州および Goiás 州の São Francisco 河西部の河間高原に現われる玉髓石ノジュールを含む泥質砂岩層 (E. OLIVEIRA の Urucua 層¹⁶⁰⁾) も 河成湖成堆積物でやはりその時代は白亜紀後期であろう。珪質化された被子植物¹⁶¹⁾ や Dadoxylon 質の針葉樹類の遺骸がある。Amazonas 堆積盆地の白亜紀における陸成堆積作用は A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS¹⁶²⁾ の Itauajuri 統で代表され Monte Alegre の高原 Itauajuri 山 Paituna 山 Ererê 山および Pará 州の他の山岳地帯を形成している。Itauajuri 統は とくに砂質で 地区的には礫質の部分もあり 100 m 以下の厚さを示し Paituna 山では北東方向への変形作用を受けて

いる。含まれている化石はおもに双子葉類で E. W. BERRY によるとチューロン階か セノマン階に対比されている。RAMOS¹⁶³⁾ は Roraima 層を構成する陸成の桃色を呈するシルト岩やアークスを白亜紀のものではないかと考えている。Rio Branco 准州では Quinó 河北部に分布し古生代前期の変質堆積岩 (Guapé 層) の上の上っている。Guapé 層を貫通している輝緑岩シルは D. GUIMARÃES¹⁶⁴⁾ により岩石学的な研究が行なわれ白亜紀のものではないかと考えられている。

4.6 Parnaíba 盆地

Parnaíba 盆地の白亜系は中心部や西部に広く分布しておりとくに Maranhão 州や Goiás 州北部では広大な地域を占めている。この地方で Araguaia Tocantins Gurupi Grajaú Mearim Itapecuru および Parnaíba 河などの河間地域に特徴的な卓状地形を形成している。M. A. R. LISBOA は1914年に Maranhão 州の白亜紀層を Grajaú 統と名付け後年他の研究者達によりこの統が盆地内に広く分布していることが確かめられた。1946年から1950年の間に Conselho Nacional do Petróleo によって調査され D. F. CAMPBELL L. A. ALMEIDA および S. O. SILVA¹⁶⁵⁾ の研究によりこの地層の分布と層序が詳細に解明された。ここに述べる層序は CAMPBELL および協力者達のもので下部に Corda 層があり LISBOA は三疊紀玄武岩流以前のものと推定して彼の Mearim 統に含めたが後日 Mearim 統より上位にあることがわかった。次には Codó 層と Itapecuru 層がある。Corda 層はおもに灰色および茶色を呈する砂岩からなり地区的には礫質であったりときに灰色または赤色シルト岩および頁岩に変化し65mの厚さを持つ河成堆積物である。Codó 層は厚さ50m以下で頁岩シルト岩珪質石灰岩および石膏などからなる。頁岩は緑灰色ないし黒色を呈し石灰岩も瀝青質の部分がある。この地層から針葉樹類の他に魚類化石¹⁶⁶⁾が Barra da Corda や Codó で発見されている。魚の化石は Ceará 州の Chapada do Araripe (Araripe 板状高原) でも発見されている2種類があり他に甲殻類斧足類やまだ調べられていない有孔虫などがある。他の原動物は海成環境を物語っているが有孔虫によりそれを確かめる必要がある。Corda 層と Codó 層は整合関係で接しているが上位層との間には浸食不整合が見られる。Itapecuru 層は砂岩の連続からなり一部に礫岩シルト岩や赤色または緑灰色の頁岩が現われる。河成層三角州成層および風成層を代表するがいたるところから双子葉植物の珪質化された遺骸および恐竜の化石などを産する。Itapecuru 層の厚さは250m

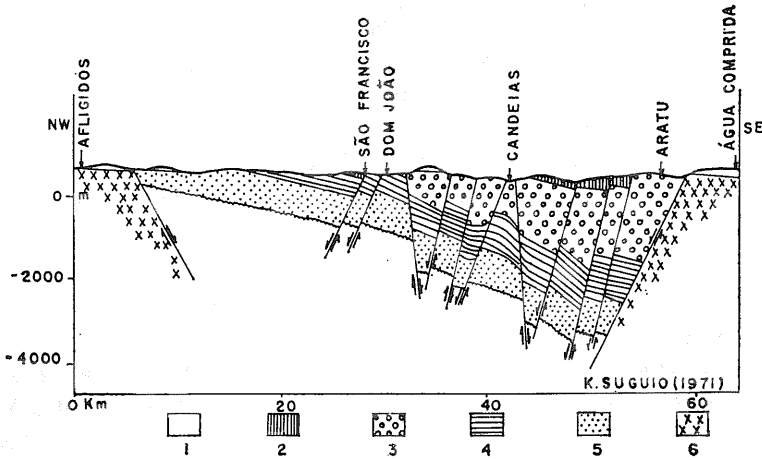
にも達し Parnaíba 盆地で Bauru 層と相関関係にある白亜紀後期の陸成堆積作用を現わしているようである。

Ceará 州 Pernambuco 州と Piauí 州の境近くにある Chapada do Araripe (Araripe 板状高原) は海拔約1,000mの高さで白亜紀のほとんど水平な Araripe 統により形成されている。H. SMALL¹⁶⁸⁾ によると高原の西部で700mの厚さを持っている。下部には50m近くの厚さの礫質砂岩層がありついで斜層理を示す100mから150mの厚さの赤色砂岩があるがこれには珪化木もあり特徴的な瀝青質黒色頁岩の層準や貝えび類を含んだ石灰岩も見られる。つぎは Santana 層と称され灰色を呈する石灰質の油性のシルト岩頁岩クリーム色を呈する石灰岩および石膏などから構成されその厚さは100mである¹⁶⁹⁾。豊富な貝形類を含み石灰岩は魚化石を産出するがこれは多数の学者によって研究された (L. AGASSIZ—1841年と1844年 A. S. WOODWARD—1887年と1890年 D. S. JORDAN—1921年 G. D' ERASMO—1938年¹⁷⁰⁾)。この動物類は淡水生と推定されているが BRANNER¹⁷¹⁾ は Santana 層で有孔虫を見つけたと記述しておりこれは確認しなければならない点である。年代は疑問を持たれるが普通白亜紀と推定されている。

Santana 層の上位には120mの厚さの赤色ないし黄色の粗粒砂岩相があり下部にレンズ状の礫岩相を挟んでいる。これは F. B. PLUMMER¹⁷²⁾ の名付けた Jaicós 層で陸成堆積物からなりほぼ白亜紀で Itapecuru 層に対比できると考えられる。Araripe 統と Parnaíba 盆地の白亜系は明白な相似関係を持っていながらも今のところ両者の同時性は証明されていない。Rio Grande do Norte 州にはいたる所の山頂に厚さ50m以下の赤色泥質砂岩層をいただく小さな卓状高原がある。この地層は地区的にレンズ状礫岩層を挟み Borborema の先カンブリア時代の平坦化された地表に600mから700mの高さの山となって現われる。これらは L. J. DE MORAES¹⁷³⁾ の名付けた Serra dos Martins 統で Apodi 統の基底砂岩または Araripe 統の上部砂岩に対比できる。

4.7 Recôncavo 構造地溝

Bahia 州の Todos os Santos 湾とその北部の Recôncavo 地方は北北東方向の長さ190km幅50kmないし80kmの大構造地溝を形成している。東方は Salvador 断層帯 (総実移動量は4,000m近く) 西方は Maragogipe 断層帯 (総実移動量は約300m) によって限られているこの大構造地溝は階段的に切断され北北東に延びた断層地塊は重力断層や逆断層で複雑化さ



第10図
Recocavo
地溝の断面図
1. 第三系 (Barreiras 統)
2. São Sebastião 層
3. Ilhas 層
4. Santo Amaro 層
5. Brotas 層
6. 結晶岩類
〔PEDRO DE MOURA と G. FERNANDES—1953〕

れ東方に傾いている。変形作用は堆積作用と同時期に行なわれ最後の沈積物が生成されてできた褶曲はまれである。ここにみられる堆積物は全部を合わせて Bahia 統と名づけられた (NICOLAUS 神父 1866年¹⁷⁴⁾)。時代は明白に解らない点もあるが ジュラ紀後期から白亜紀までに蓄積されたようである。第三紀には地溝の変動が停止したので部分的に浸食作用を受け次には陸成の Barreiras 統におおわれた。Barreiras 統は砂岩がおもで鮮新世か更新世の堆積物と推定されており不整合的に中生代や盆地周辺の先カンブリア時代の区域もおおっている。Recôncavo 地溝の堆積物の生成環境は河口成または潟成で垂直的にも水平的にも変化はいちじるしい。この盆地で1939年に油田が発見されて以来 Bahia 統の層位学的調査は進んだ。

地溝底の堆積物は Brotas 層で 1,190mの厚さを持ち下部の Aliança 部層は赤色シルト質頁岩や砂岩および礫岩や石灰岩からなり上部には赤色および灰色の泥質砂岩と所によっては礫質またはアークス質の Sergi 部層が現われる。この部層は1層の油層を夾有している。次は Santo Amaro層で1,120mの厚さを有し Bahia 統中の2層の主要産油層準が夾まれている。下部層は Itaparica と称され赤色シルト質頁岩シルト岩や砂岩などからなるがその上部には Candeias 部層がありこれはレンズ状の砂岩や石灰岩相をはさむ灰色または緑色の頁岩層である。次は Ilhas層で 1,770mの厚さの緑灰色シルト岩頁岩または砂岩からなり基底礫層もありとくに盆地の南西に現われる。Bahia 統の最上部には São Sebastião 層があるがこれは灰色かまたは赤色の砂岩シルト岩頁岩や泥岩からなる。とくに砂質の Bebedouro 下部層が目立つが São Sebastião 層の厚さは 900m 程度である。

Bahia 統は化石を豊富に産出するがとくに Ilhas 層と Santo Amaro 層に多い。18種の脊椎動物とくに魚類と爬虫類多数の淡水軟体動物類貝形類および植物化石などを産出する。このような化石群集は一部分しか調査されていないが堆積作用は少なくとも白亜紀後期¹⁷⁶⁾まで続いたことを示しており白亜紀前期かジュラ紀後期¹⁷⁷⁾に開始したようである。Bahia 州の海岸線を通じて Bahia 統に対比された非海成堆積物がある。Contas 川河口南部にある Almada 層や Ilhéus 南部の Cururupe 岬の堆積物もその例である。C. F. HARRT によって Abrolhos 諸島で発見された堆積物もこのように対比されている。また BRANNER¹⁷⁸⁾の Alagoas 統も Bahia 統に対比され両者共生成環境は類似しており不連続な露頭によって Alagoas 州の海岸線に現われるが砂岩瀝青頁岩泥岩礫岩および石灰岩で淡水と気水の動物化石を含んでいる。Maceió 市 (Alagoas 州首府) 近くで行なわれた試錐での厚さは 2,145m である。化石は魚類爬虫類貝形類軟体動物と植物遺骸などであるがこれは白亜紀を指示する。地層はゆるやかな褶曲や断層によって変形されている。

4・8 北東部の白亜紀海進

Ceará 州東部および Rio Grande do Norte 州に分布する海成白亜紀堆積物は A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS¹⁷⁹⁾の Apodi 層群である。チューロン階からマーストリヒト階の間に現在の Natal 市 (Rio Grande do Norte 州首府) から Jaguaribe 河流域までをおそった海進の結果である。Apodi 河谷に沿って海進はまず Ceará 州 Rio Grande do Norte 州と Paraíba 州境が接する地域にみられる先カンブリア時代地質構造の主要地区まで到達したように思われる。Apodi 層群の堆積物がある程度先カンブリア時代の構造に調和

していることがこのように思わせる。地形的にこの海進をうけた区域はブラジルでもっともいちじるしい海岸平野を形成するが河系は必従川や逆従川からなり「ケスタ」は卓状高原になり破壊されている。高原で主要なのは Apodi 卓状高原である。Apodi 層群の下部には平坦化された先カンブリア時代の岩石上に横たわる赤色砂岩層がありその上に白色灰色またはクリーム色の石灰岩およびドロマイトが現われる。地層はゆるやかな地方的傾斜を示し内陸から海岸に向かって厚さは増加し内陸では200m程度であるが海岸線では1,000m以上になる。Macau 市近くで実施された試椎は1,000mの Apodi 層を貫通したがここでは下部層は700mの厚さを示した。下部の砂岩層は無化石であるが上部の石灰岩は貝化石に富みこれは C. J. MAURY¹⁸⁰⁾によって分類されチューロン階のものと推定された。亀類や魚類および数少ない被子植物の化石も産出する。

上部セノン階は João Pessoa 市 (Paraíba 州首府) と Recife 市 (Pernambuco 州首府) の中間の海岸に露出する海成堆積物からなる Paraíba 層群 (A. I. DE OLIVEIRA と O. H. LEONARDOS¹⁸²⁾) によって代表される。この地層の露頭は周囲から絶縁され孤立して上位の新生代陸成堆積物の間から姿を見せる。先カンブリア時代の岩石上にくさび形になっている堆積物で 暁新統を含んでいる。下部層は W. KEGEL¹⁸³⁾ の Itamaracá 層で混合環境相であるが上部は明白に海成の Gramame 層 (C. J. MAURY¹⁸⁴⁾) からなる。全体の厚さは物理探査の結果によると400mから500m程度と推定されている。Itamaracá 層は200m以上の厚さを有しとくに無層理の灰色やクリーム色の砂岩からなり多量の海生化石を産出する。大部分が陸成相で淡水や汽水堆積物の指交を見せる。C. J. MAURY により分類された海生化石は斧足類 腹足類 頭足類 棘皮類などでシャンパーニュ階のものである。Gramame 層はクリーム色または灰色の泥質石灰岩 マール岩 泥岩からなりその厚さは数10mに過ぎない。この石灰岩はセメントの原料に利用されこの地層の下部には Pernambuco 州の海岸近くの礫灰土鉱床が夾まれている。動物化石は魚類 甲殻類 棘皮類 頭足類 斧足類などからなり数名の学者により研究され¹⁸⁵⁾ G. J. MAURY がマーストリヒト階という年代を推定した。

Sergipe 州東部の Itapicuru 河谷北部に白亜紀の化石を産出する海成石灰岩がありこれは100年以上前から知られている。Sergipe 統と呼ばれ構造的には傾斜のゆるやかな単斜山陵の褶曲および地区的な断層を見

せる。石油発見の可能性が高かったので Conselho Nacional do Petróleo により1946年から1948年までに詳細な調査が行なわれた。Sergipe 統は3つの層に分類され下部層は黄色石灰質シルト岩や灰色頁岩または砂岩や石灰岩からなり600mの厚さを示し Jabotão 層の上にあるがこの接触面の性質についてはまだ記録はなく Riachuelo 層と称された (L. F. MORAES REGO¹⁸⁶⁾)。つぎは Bom Jesus 層 (C. J. MAURY¹⁸⁷⁾) で520mの厚さを有し一部オオライト質のクリーム色または灰色の石灰岩からなる。その上位には同じく C. J. MAURY¹⁸⁸⁾ の名付けた Sapucari 層があるがこれは灰色またはクリーム色の石灰岩および少量の頁岩やマール岩からなり約320mの厚さを示す。Sergipe 統は化石を豊富に含み魚類 爬虫類 甲殻類 頭足類 腹足類 軟体動物 棘皮類や植物化石などがある。C. J. MAURY¹⁸⁹⁾ はこの動物群集を研究し以前の著者達 (A. HYATT C. A. WHITE 他) の文献も調べた結果上記の3累層をつぎのような年代に対比した。下部層は中部オーブ階でこれは *Oxytropidoceras puzosia* および *Pervinquieria* などの頭足類の化石による。中部層はチューロン階でこれは *Pseudoaspidoceras* および *Vascoceras* などの頭足類の化石による。上部層はマーストリヒト階でこれは *Inoceramus posidonomyaformis* MAURY と称される斧足類の化石による。Sergipe 統は気温の高い平坦化された地域における断続的な海進と海退の結果として形成された。孤立した白亜紀の海成堆積物の露頭は他に Pernambuco 州南部や海岸 (チューロン階の Estiva 層) および Bahia 州の Marau 河口近くにも見られる (オーブ階の Camamu 統)。

4.9 Amazônia 西部の白亜紀層

Acre 層は A. I. DE OLIVEIRA および O. LEONARDOS¹⁹⁰⁾ などの研究による Acre 淮州に分布する白亜紀の陸成堆積層である。一番古いものは P. DE MOURA と A. WANDERLEY¹⁹¹⁾ の調査した Moa 砂岩層で砂岩と泥岩からなり450mの厚さを持つがペルーのそれとの岩石学的関係から見るとネオコム階と推定される。その上位は Rio Azul 層 (P. DE MOURA と A. WANDERLEY¹⁹²⁾) で800mの厚さを示し砂岩 頁岩および石灰岩などからなるが著者達はやはりペルーのそれと対比してオーブ階としている。この上位には Divisor 層があるが¹⁹³⁾ これは200mの厚さを示しセノン階とされている。最上部の Rio Acre 層は海成または潟成の灰色石膏質泥岩からなりダン階のものとされている。WANDERLEY¹⁹⁴⁾ はほとんど4,000mもある Acre 淮州の Divisor 山脈にみられる白亜紀層と第三紀層の厚さの間

題を強調している。Purus 河上流の支流である Aquiri 河岸で CHANDLESS が採取した背骨の化石は AGASSIZ¹⁹⁵) によると 白亜紀海生爬虫類の *Mosasaurus* のものであることがわかり また AGASSIZ が Tapajoz 河岸で採取した同じ動物の歯の化石などによると Amazonia 地方の白亜紀の海進は東部へかなり延びていたように思われる。今の所ではデータ不足のため 決定的なことをこれについて述べることはできない。

5. 第三紀

ブラジルの広大な面積は第三紀に砂泥性砕屑質ローム層におおわれた。とくに著しかったのは Amazonia Parnaiba 盆地北部周辺 北東部および東部の海岸線であった。地形的には割合に進化作用の進んだ地方に 砕屑物が急速に蓄積されたようである。この堆積作用は Borborema Espinhaço および他の地区にて断層生成による変形作用がおこり そのため浸食の激化があったものと考えられる。地区的にこのような変形作用は流域をせき止め 河成や湖成堆積物が構造的な地溝に沈積された。今日の水系模様は概観的にはその頃に決定された。その半面 大西洋海岸線もこの時代からあまり変化をみせず 短期間で地区的な海進が北部や北東部で起こり 化石を含む堆積物が生成された。

5.1 西部 Amazônia

STEINMANN¹⁹⁷) の Puca 層はアンデス山脈の東部に雄大な堆積層をなし アルゼンチン北部からペルーのアンデスのふもとおよびコロンビアまで延長している。とくに 赤色砂岩層がいちじるしく 地区的には油層もあり 他に 礫岩や岩塩質泥岩やあらゆる陸成相を見せる。ボリビアでは地区的な海成中間層からなる白亜紀の化石が産出されるが 決定的な化石でないため(脊椎動物や植物化石) 少なくとも Puca 層の上部は第三紀中期のものとしてされている。この地層は Acre 州西部の Juruá 河上流域と Divisor 山脈を経てブラジルに侵入する。Juruá Mirim 河の支流の Branco 河で A. L. WANDERLEY¹⁹⁸) はチョコレート色の砂岩と赤色泥岩を発見し Rio Branco 層と名付け ペルーの Pachitea 河で Puca 層をおおう中新世の地層に対比した。Rio Branco 層からは亀類 爬虫類の骨と歯および齧齒類の歯の化石も見つかった (A. WANDERLEY¹⁹⁹)。ペルー コロンビアおよびブラジル国境に植物および鮮新世の藻化石に富む地層がみられ この地層は Pebas 層と称される。この名称は Solimões 河岸にあるペルーの地名である。この地層の貝類は H. WOODWARD T. A. CONRAD と M. G. DE OLIVEIRA ROXO²⁰⁰) や他の人々により調査され

40種類以上の 淡水 汽水と海水生の入り乱れた奇異な集合である。C. J. MAURY²⁰¹) の考えによると Antillas 海と接続していた入り江は これに流れ込む河水が余りにも多く淡水化がいちじるしかった環境であったためである。

5.2 Barreiras 統

鮮新世のものと推定されている Barreiras 統は世界一の分布面積を有する第三紀の陸成堆積物である。砕屑質でおもにシルト岩と泥岩からなり 泥質砂岩 石英礫岩および頁岩層なども夾まれている。老年期の地形集中した雨の多い気候に特徴づけられた環境で 河成湖成または氾濫平野の堆積物として蓄積され ごく地区的な変形作用しか受けていない。海岸近くの高度は海岸線から内地へ向かって増加し 400m もある卓状高原を海岸から 200m も離れた地方で形成することがあり また波打ち際で美しい崖となって現われる場合もある。Amazônia では大部分の “Terras Firmes” (小高くなっていて大水に浸されない土地) 地方を形成するが ここでは試錐により 600m の厚さがみとめられた。巨大な鱷の化石 *Dinosuchus terror*. GERVAIS²⁰²) も見つかっている。Barreiras 統は一般に化石に乏しいが Bahia 州の Alagoinha 郡 Ouricanguiha 地区には特別に化石を多産する場所がある この化石は A. HOLLIQ と E. W. BERRY²⁰³) により 38種の鮮新世の双子葉植物の化石が記載された。

Bahia 州の Camamu 湾の Marauá 地区には “Marauáto” と称される泥岩層があり 20種の鮮新世の双子葉植物の化石が発見され 上記の化石学者や他の学者達により研究されている。この Marauáto 層は Barreiras 統に対比されている。Minas Gerais 州や Bahia 州には他にも Barreiras 統と類似の堆積層が分布しているがこれは 700m 以上の高度の所にあることから 特徴的に海岸近くにある Barreiras 統との対比は困難である。この堆積層は Minas Gerais 州では Pardo 河谷や Jequitinhonha 河中流谷²⁰⁴) また Bahia 州では Vitória da Conquista 地方の高原や Chapada dos Maracás 地方の卓状高原を形成し 場合によっては白亜紀後期のものと考えられるが いずれにせよ Barreiras 統より古い時代のものであろう。Goiás 州の Araguaia 河谷にも岩石学的に Barreiras 統の特性を有する堆積層が有り A. LÖFGREN²⁰⁵) によりこれに対比された。

5.3 内陸の小盆地

ブラジルの第三紀の興味深い特性の内の1つは 現在

水系模様に密接な関係を持つ小盆地内の砂泥質堆積物である。しばしばこのような盆地で 構造的性質を見いだすことができる。この中で一番古い盆地は Rio de Janeiro 州 Niterói 市 (Rio de Janeiro 州首府) の東方10kmのところにある 海岸山脈の麓にある Itaboraí 盆地である。この地区では 海岸山脈を形成する断層地塊に関係のある構造地溝に蓄積している。分布範囲は長さ2km 幅10kmで 厚さ100m近くの堆積層からなりその底の高度は海水準以下である。石灰岩および碎屑質粗粒岩などからなり²⁰⁹⁾ 石灰岩は断層面から発生する温泉の沈澱物と思われている。断層面の再活動により地層は30度以下の傾斜を示している。とくに重要なことは1945年に採取された哺乳動物の化石である。この資料は C. DE PAULA COUTO によって1948年から研究が開始され 第三紀前期に絶滅した動物に属することが解明され P. COUTO によると暁新世の動物である。また他に爬虫類 軟体動物および植物化石も産出する。脊椎動物は古いほら穴を埋める物質中から取り出されているので 軟体動物化石を含む石灰岩から見つけ出されるものはより古く 多分白亜紀後期のもので この年代は盆地の生成時代を指示する。

L. F. DE MORAES REGO²⁰⁹⁾ の São Paulo 層は São Paulo 州首都の高度にあたる高原にある構造的盆地に堆積し Tietê 河とその支流の Pinheiros 河により解析され岩相はとくに砂泥質でわずかに礫岩層を夾有する。当時の気候は現在とあまり相異のない高温度の熱帯気候で河成 湖成および氾濫原堆積物の堆積が行なわれた²¹⁰⁾。この地層の最上部と最下部の高度差によると その厚さは約300mになる。化石を産出しないが鮮新世または更新世のものと考えられており ほとんど変形作用も受けていない。これと類似の堆積層は São Paulo 州の他の谷にも見受けられる。

Paraná 州首府のある Curitiba 盆地 (E. P. DE OLIVEIRA²¹¹⁾) は São Paulo 盆地に良く似ており 砂泥質岩層および一部分礫層からなる100mの厚さの地層が分布し Paraná州の首府の大部分と 近郊を占めている。化学的風化作用に好都合な気候のもとで Iguacu 河上流の構造運動の結果により 河成および湖成相の堆積が行なわれたように思われる。地質年代は São Paulo 盆地と同様に 鮮新世または更新世と考えられるが これを決定できるような化石は発見されていない。

これと同一の岩石的性質を有する同じぐらいの厚さの地層は Paraná 州 Castro 町近くの Iapó 河上流域にもある。また Goiás 州の Campinas と Goiânia の中間

地区にも São Paulo 盆地や Curitiba 盆地と岩石学的には良く似た 風化作用を受け赤色に染められている砂泥質岩からなる盆地が A. I. ERICHSEN²¹²⁾ により1936年に発見された。頁岩層から 双子葉植物の印象も見つかっている。H. GONÇES²¹³⁾ が調査した Minas Gerais 州の Fonseca 盆地は Caraja 山脈の麓から Piracicaba 河まで延びており 盆地を構成する地層は一部瀝青を含む雲母質泥質頁岩 泥岩 砂岩および褐炭からなり 植物化石も発見されており 構造的湖に堆積したもののようと思われる。Fonseca盆地から西方40kmの地点にある Gandarela 盆地²¹³⁾も 多分新第三紀の小盆地である。これも褐炭や瀝青質頁岩をはさみ 被子植物の遺骸も見つかり 地層は地区に変形されている。

ブラジルの新第三紀の盆地で一番重要なものは Paraíba 堆積盆地 (Taubaté 盆地) である。São Paulo 州では Mantiqueira 山脈と海岸山脈の間に分布し Guararema 町から Cruzeiro市までの間を占め その長さは約150km 幅は10kmないし15kmである。この盆地の堆積物は 新第三紀の構造地溝に熱帯気候の環境下で堆積した 河成または湖成堆積物と考えられる。堆積物は2つの累層に分類することができる。下部が Tremembé 層で少なくとも240mの厚さを示し おもに湖成碎屑質堆積物からなり14%の油を含む焦性瀝青頁岩層も夾まれている。頁岩から産出される化石は真骨魚類 鱈 鱒 類 蝙蝠類 鳥の羽 貝形類および小さな海老のような無脊椎動物などである。また 褐炭化された植物の遺骸なども含まれている。魚類は1898年に A. S. WOODWARD²¹⁴⁾ が研究して以来多数の学者により研究され 一般に鮮新世のものとされていたが 近年行われた H. TRAVASSOS と R. S. SANTOS の研究によると 更新世のものである可能性が強くなった。1970年に行なわれた化石学会で C. DE PAULA COUTO が発表したところによると Tremembé層で見つかった哺乳類の化石は中新世より古い時代に同定されている。Tremembé層の上位には浸食不整合面をへだてて厚さ90mの 泥岩 砂岩およびの礫岩の堆積層が見られる。この不整合面はブラジル中央鉄道の333km 地点で良く見ることができる。この地層はおもに山麓地方の河成堆積層からなり 基底礫岩や上部の砂岩中には下位の地層の頁岩礫が含まれていることにより 両者の堆積時代の間隙はかなりのものであることを物語っている。この上部層はSão Paulo 層に対比できる。São Paulo 州 Cruzeiro 市近辺では消滅するが Rio de Janeiro 州で Paraíba 河に沿ってふたたび現われ 長さ18km 幅8kmの Resende 小盆地を形成している。この盆地の基底礫岩層を含む砂泥

質堆積物の厚さは20m以上である。さらに上位には鮮新世または更新世の泥炭層が現われる。また São Paulo 州 Caçapava 市近くの Bonfim 盆地も Paraíba 地溝に関連があるように思われる。この盆地には褐炭層が夾有され地層は Paraíba 地溝と同じ方向に傾斜している。

5・4 大西洋岸の海進

海岸線に沿って分布する海成第三紀層は豊富な化石を産出するのでその時代がくわしく決定されており暑い気候のもとで海岸に堆積した浅海堆積物と考えられている。ゆるやかに傾斜し割合に薄い層からなる。この内一番古いものは Pernambuco 州海岸の Olinda 市と Pontas de Pedra 地区の間に分布し Maria Farinha 層と称され最大の厚さは Olinda 市近くで33m²¹⁸⁾である。一般に炭質岩からなり少量の泥層を夾み Gramame 層の上位²¹⁹⁾に整合的に横たわりゆるやかな褶曲構造を示しその軸は現在の海岸線に対し垂直である。Maria Farinha 層は化石に富みこれらは前世紀から多数の学者の研究対象になっている²²⁰⁾。とくに重要なものは軟体動物であるがその他に甲殻類 棘皮類 魚類 有孔虫類なども報告されている。前世紀には第三紀から白亜紀のものどれさよく解っていなかったが1934年に発表された A. M. DAVIES²²¹⁾の研究により晩新世に同定された。

Pirabas 層 (C. J. MAURY²²²⁾) はブラジル北部海岸の Belém 市 (Pará 州首府) の東方から Piauí 州の Paranaíba 河谷までの間に分布し Pará 州でもっとも良く発達している。この地層は Barreiras 統におおわれる数mの石灰岩 砂岩および青灰色泥岩からなり貝化石に富み C. J. MAURY により研究され約200種の斧足類と腹足類が記載されている。他に苔虫類 腔腸動物 甲殻類および有孔虫などがあり有孔虫類は S. PETRI²²³⁾により70種が記載されている。Pirabas 層の貝化石のなかでとくに *Orthaulax* と称される巻貝により MAURY は中新世前期のものとし S. PETRI は中新世中期の有孔虫との近似関係を見いだした。Conselho Nacional do Petróleo が行なった Bahia 州南海岸の調査の際に Prada 郡の絶壁で化石を発見し K. BEURLEN²²⁴⁾ はこの中から2種類の中新世の *Pecten* を鑑定した。

6. 新生代の火成活動

白亜紀後期から南大西洋岸では火山活動が行なわれてきた。HARTT²²⁵⁾は玄武岩熔岩がブラジル海岸沖合にある Abrolhos 群島 Santa Bárbara 島の白亜紀層の上のっていることを記載している。この玄武岩は Bahia

州 Ilhéus 市南部の Cururupe 地区で1921年に Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (地質鉱物調査所) が行なった試錐²²⁶⁾により貫通された玄武岩と同期の火成活動によるものであろう。なおこの玄武岩は白亜紀層に変質作用を与えている²²⁷⁾。Rio Grande do Norte 州では L. J. DE MORAES²²⁸⁾により多数の輝緑岩がチューロン階堆積物を貫通している事実が記載されているが W. KEGEL が数年前に発表したところによると同じ州でマーストリヒト階と Barreiras 階堆積物との間に玄武岩熔岩の存在を発見している。多分 Pernambuco 州海岸 Recife 市南部にあるといわれている粗面岩 玢岩および玄武岩は白亜紀のものであろう。ALMEIDA²³⁰⁾によると Fernando de Noronha 群島の火成活動は白亜紀の後期と新第三紀の間に行なわれたと推定されている。Fortaleza 市 (Ceará 州首府) からあまり遠くない Aquirás で発見されたフォノライトも上記の活動に対応する。Trindade 島の火山活動も第三紀に行なわれ ALMEIDA によると島の南東部にある Paredão 火山は完新世に形成されたとされている。上記の事実からアフリカ大陸のようにブラジルの海岸線でも新生代に玄武岩質火成活動が行なわれたことが了解される。しかし今のところブラジルはこのような活動が白亜紀に行なわれた証拠はない。RAMOS²³¹⁾によると Rio Branco 州のアプライト質熔岩 (Boa Vista 市北部の平野をおおう) および黒玢岩熔岩を更新世のものとしているがこの平野の成因および平野の被覆層が浸食されて露出した可能性などについてはふれていない。この淮州北部に存在する輝緑岩の大シールは白亜紀前期のもものとされているが証拠はない。

7. 第四紀

新生代にブラジルで起こりつつあった隆起運動は第四紀に国土の大部分にみられる重要な堆積作用に不利な環境をもたらした。中世代や古生代の大堆積盆地は水系模様の重要な構成要因となっているがしかし至る所で浸食作用を受け周辺地層が露出されることによって地形は深く切り込まれて広大な“ケスタ”や構造棚状地形を形成している。Amazonas 堆積盆地でさえ第三紀堆積作用の舞台でありながらも上記の法則に従うより外ならなかった。Barreiras 統はこの盆地で棚状の割合に高度の低い高原として分布している。Amazonas 川支流や復支流は数多い滝や急流をなす第四紀の堆積作用は幾つかの限られた新生代造陸活動にともなう地盤沈下の地域内で発達しているにすぎないがこの内でもおもなものは Marajó 島 Madeira 河下流および Mato Grosso 州大沼沢地帯または進化のとくに進んだ河谷沿

いとか海岸である。ほとんど地質的に意義の少ない地域に分布するが化石に富むため 鐘乳洞や砂地に掘られた水たまりの穴 (Cacimba) の堆積物などにも言及する必要を感じず。直接に第四紀の水河作用の影響を受けていない上に 層位学を目的とする新世代の植物や動物の研究も活発に行なわれていないので 鮮世世 更新世および完新世の堆積物の差異や対比などは たんに岩石学的または地形的な識別で行なわれてきた。

7・1 Marajó 構造地溝

Marajó 構造地溝は1947年に Conselho Nacional do Petróleo の地質学者の行なった物理探査によって発見された。この盆地の面積は 60,000平方km で Belém 市南方 200km の所から北西方向に Marajó 島まで延びさらに 北方へ方向を変更して Caviana や Mexiana 島を通過して大西洋まで連なっている。北部での盆地の幅は約 120km で 重力探査²³²⁾ により東は Atua 断層系西は Pirai 断層系の間に限定されている地溝が発見された。Limoeiro と Cururu 地区 (Pará 州) で行なわれた試錐の結果によると砂 シルト 粘土層の厚さは 4,000 m 以上である²³³⁾。堆積作用は河口または三角洲の転移環境の下で行なわれたことが S. PERUI²³⁴⁾ の有孔虫の研究によってあきらかになった。有孔虫化石は第三紀と白亜紀のものである。また珊瑚 苔虫類 軟体動物 貝形類 棘皮類および植物の化石なども発見されている。Marajó 地溝の沈降は始新世から中新世の間に起こり 2,000m 以上の堆積物がみられる。この運動は第四紀まで続き 約 240m の厚さの淡水成堆積物 (多分河成) が海成中新世をおおって堆積した。H. J. KOCH²³⁵⁾ によると Mexiana 島には 第四紀に行なわれた可能性をもつ断層が見られる。Amazonas 河や Tocantins 河の河口の特徴を見ると 広大な網状流路を作り無数の洲を形成していることは 現在の不活発な沈下作用が堆積作用に相殺されているように考えられる。

7・2 Mato Grosso 州の大沼沢地帯

Mato Grosso 州と隣接のボリビア大沼沢地帯は第四紀沈降地域からなり その面積は120,000平方kmにもおよび間違いなくブラジルで一番広い連続的に侵水をうけた地域であろう。その水系模様は数多い河川系の組み合わせからなり 無数の断続的な沼湖が形成されている。Corumbá 北部地方に存在する幾つかのおもな湖は 明らかに構造地溝地区を占め²³⁶⁾ 水系模様の集合地点となっている。沼沢地帯の基盤岩は Corumbá 市東部の Nhecolândia 郡で行なわれた数少ない試錐によって確認されるにいたっていない。Firme 農場で行なわれた試

錐は細粒砂 シルトおよび泥岩などからなる厚さ94mの河成層を貫ぬいており Paraiso 農場では深度97.6mで 0.5m の厚さの褐鉄鉱層が発見されている。沼地の周囲をかこむ小山の麓には 過去の乾燥地帯を物語る山麓緩斜面が見られる。それらは沈降海岸の氾濫原に丘陵となって浮び上っている。このような平坦面に Corumbá 郡では不連続な石灰岩が現われ Xaraiés層 (F. DE ALMEIDA²³⁷⁾) と呼ばれている。この成因は運搬された碎屑が Bahia 州の Caatinga (ブラジル北東部一帯に分布する小さいとげのある植物の繁茂した半乾燥かん木地) の石灰岩と同様な条件で生成された沈積物との混合物からなるものと考えられ Caatinga の石灰岩は J. C. BRANNER²³⁸⁾ により記載されている。Xaraiés 層は更新世の被子植物および腹足類の遺骸を含み その中で *Bulimus* は Caatinga の石灰岩でも見つかった。

7・3 Madeira 河下流盆地

新生界は Amazonas 河と幾つかの支流の下流に見ついている。Conselho Nacional do Petróleo の物理探査によると Amazonas 河の谷の北北東方向に広い堆積盆があることがわかったが これは Codajás 地区から Trombetas 河口まで広がっている。水系模様を調べると この地区の河川のいちじるしい傾向として 盆地に向けて流れていることで このようなおもな河川は Madeira Purus Negro Uatumã および Jamundá 河などである。PETROBRÁS が Madeira 河岸の Nova Olinda 地区で行なった試錐によると 固結していない 600m の厚さの碎屑層が海水準下にあり 陸成の第四紀層を代表している。この地方でもくりかえされた河川の氾濫および海岸の沈降などの組み合わせが普通である。すでに1950年に STERNBERG²³⁹⁾ は Manaus 市 (Amazonas 州首府) 近傍の直角的な水系模様のパターンについて述べているが 方向性は北東と北西で構造的な影響を見せている。以上のことを総体的に見ると このような現象は今もおも過去の構造線を通じて活動が再復活されているかのように思われる。

7・4 現世の氾濫原堆積物

上記の堆積物とは別に内陸の河成堆積層が見られるのは大きな河 たとえば Amazonas 州の Negro 河および Solimões 河 他の州の Araguaia 河 Guaporé 河 Jaguaribe 河下流 (Ceará 州の Aracati と Limoeiro 間) および Bahia 州の São Francisco 河 (Juazeiro 町より上流) などの氾濫原に堆積された薄い層をなす砂および粘土である。この堆積物は熱帯気候の地方に特徴的な産物で 現在雨期になると 冠水する氾濫原の河成ま

たは湖成堆積層で腐植土も含む。化石としては少数の哺乳類 鱉類および軟体動物などの遺骸が含まれている。MORAES REGO²⁴⁰) は São Francisco 河のこのような堆積層を Vazantes 層(湖や河に沿った低湿地層)と称した。なお São Francisco 河左岸では Barra と Pilão Arcabo 地区間に重要な砂丘の分布がみられる。

7・5 海岸堆積物

ブラジルの長い海岸線は第四紀に幾多の堆積作用の影響を受け地方的な特色をもつ異なった地区に分けることができる。1番目は Oiapoque 河口 (Amapá 准州) から Itapecuru 河口まで (Maranhão 州) でこの地区は泥質堆積物に特徴づけられ潮の干満の激しい湿地海岸を形成している。Amapá 准州の海岸線は低くて平坦で満潮時には広範囲にわたって海水の侵入を受ける。Amazonas 河から海に吐き出される莫大な量の碎屑物は赤道海流により北西方向へ流され海岸にまき散らされ湿地海岸に沈澱しながら海岸平野の拡大と泥質海岸を形成しつつある。満潮時に海水の侵入をうけない内陸では河川の冠水をうけ幾多の湖が形成される。

高地で部分的にラテライト化作用を受けた碎屑質砂層は多分過去の海岸線を代表するものであろう²⁴¹)。Amapá 准州海岸と同様の性質は Maranhão 州の Itapecuru と Mearim 河口まで続いておりここでは規模こそ違っても2つの河が Amazonas 河と Tocantins 河のような役割を果たしている。これらの河は海岸線に碎屑質産物を供給し Maranhão 州でも同じような海岸地形が見られ高地の海岸段丘は更新世の海岸平野をなしここでは絶滅した哺乳動物の遺骸が見つかる²⁴²)。

2番目の地区は Maranhão 州の Itapecuru と Mearim 河口より Bahia 州南部まで続いている。この地区の特性は活発な砂丘の発達であり砂丘の生成に影響を与えたものは Barreiras 統の存在と南東より吹く貿易風の強度とその不変の性質である。河水に運搬されて海に吐きだされた砂および海岸絶壁の浸食で供給された碎屑物は縦の海流に流されて海岸に蓄積しそこから風に吹かれて広い砂丘を形成する。Maranhão 州の Humberto de Campos の東部のように地区的には海岸線から内陸へ数 km も入ることがある。とくに注目すべき点はその広さと高さで 65m 以上の高度を持ち Maranhão 州の São Luís 島北端から Rio Grande do Norte 州海岸までと東部海岸では Bahia 州南部までそれを見ることができることである。このような砂丘の存在と関連してブラジル北東海岸には多数の小さな湖が発達しておりこの中で幾つかのものには珪藻土が

多量に蓄積されている²⁴³)。この地区の第四紀堆積作用について他に目立つ点も見られる。Jequitinhonha と Parnaíba 河口には重要な三角洲が形成されており Parnaíba 河口は貿易風により西方へ移動しつつある。この海岸線に平野は幾つもあり一部は広範囲に分布し人文地理学的に重要な意味をもっている。中でもとくに目立つのは São Francisco 河口がそれであり奥地へ30km も入り込みほとんど Propriá 町まで達している。また他には Pernambuco 州の Recife と Olinda 市がある Capibaribe と Beberibe 河口とか Contas 河口や Caravelas 河口などがある。この地区の海岸線で注目すべき現象は砂岩礁や珊瑚礁の発達である。これらは不連続的に存在するが C. F. HARTT と J. C. BRANNER²⁴⁴) によって詳細に調査された。砂岩礁は大体直線の帯状に分布し石灰質膠結物で固結された過去の砂質海岸である。珊瑚礁は Rio Grande do Norte 州から Bahia 州南部まで分布している。Rio Grande do Norte 州沖合 200 km の地点にある Rocas 島は海底火山に支持された環礁である²⁴⁵)。

第3の地区は Bahia 州南部より Santa Catarina 州南部の Imbituva までである。Vitória 市 (Espírito Santo 州首府) と Mucuripe 河口はあらゆる点で第2地区とこの地区の漸移地域にあたる。Doce 河北部をのぞくとこの地区では Atlântico 高原の高地が海岸線と接している。海岸段丘の存在は海水準の移動を物語り沈降海岸の特性は多数認められる。奔流によって山脈から運搬される豊富な碎屑物や少数の重要な河により運ばれてくる堆積物は過去の湾を埋め湿地漂砂平野を形成しつつある。したがって海岸線に珊瑚礁はなくなり砂丘は重要性を失いつつある。この地区は決定的に海成現象を示した例えば砂洲のようなものがとくに多い²⁴⁶)。現世の砂浜海岸の内側に練条帯を形成する堆積物の蓄積によって漂砂平野は発達して行く。泥質堆積物は水流の弱くなった地域で湿地泥質海岸を形成し多数の潟が出現する。これらの潟の塩分濃度は様々であり形成過程も色々異なり古入江が隔離されてきたもの砂洲などがある。Rio de Janeiro と Espírito Santo 州の間でもっとも注目すべき発達を示し A. R. LAMEGO により調査された。この幾つかの潟には石灰岩 貝殻 石膏および岩塩などの重要な沈積が行なわれている。この区間には Doce 河と Paraíba 河の2つの大きな三角洲がありとくに Paraíba 河のそれはブラジルでも注目すべきものである。それは形成にあたり海の影響が重要な要素となったことである。近年 A. R. LAMEGO²⁴⁷) によって地質図が作成され詳細

に記載された。第3地区の海岸平野の中で、その長さによりとくに目立つのは Fluminense 平野 (Rio de Janeiro 州) Cubatão-Iguape-Cananéia 平野 (São Paulo 州) Paranaguá-Guaratuba 平野 (Paraná 州) および Santa Catarina 州北東部のものである。試錐によりこの第四紀の砂泥層の厚さは 100m 以上であることがあきらかにされている。Imbituva から南では砂丘が砂洲と同様に海岸線の特性を表わしており、砂洲の内側には多数の潟や河成湿地がある。湿地海岸は Araranguá 河口南部では現われず²⁴⁸⁾ 海岸山脈も現われないが Parará 堆積盆地の碎屑物が海岸まで達し、砂浜や砂丘の供給源となっている²⁴⁹⁾。Rio Grande do Sul 州にある Patos Mirim および Mangueira と称される3つの大きな潟、広大な砂洲平野、砂丘および湿地は南米の大西洋側で最も注目すべき現象であろう。

7・6 鐘乳洞および Cacimba の堆積物

鐘乳洞および Cacimba (砂地にほられた水たまりの穴) の堆積物の重要性は、第四紀の絶滅した動物の遺骸を含むところにある。とくに Bahia 州の Salitre 河谷、São Paulo 州南部の Ribeira de Iguape 河谷および Minas Gerais 州の鐘乳洞や砂岩洞穴は、前世紀にデンマークの学者 PETER WILHELM LUND によって研究された。彼は48年間当州に暮らしたが、この期間に250の洞穴を調査して、中にある脊椎動物の遺骸について研究を行なった。彼の論文は殆んどデンマーク語で書かれているが、115種の哺乳類を記載しており、この中の大部分のものはすでに絶滅した動物である。これらの動物は第四紀の各階にも相応するが、完新世のものと一緒に人骨も見つかっている。QUATREFAGES²⁵¹⁾によって Lagoa Santa の現代人 (*Homo Sapiens*) と名付けられた。São Paulo 州の Iporanga 町近くの鐘乳洞は RICARDO KRÖNE によって調査された。そして採取した哺乳類の骨は FLORETINO AMEGHINO²⁵²⁾ によって記載された。あまり知られていないのは Bahia 州の洞穴である。同様に第四紀の動物化石の保存されている場所として重要なものは Cacimba であり、これらは内陸の中央高原や北東地方のくぼみになった湿地にある。Cacimba はメガテリウム、馬類、鹿類、マストドンなどの遺骸を多産する。(おわり)

参 考 文 献

122. SOHN, I. G. (1942) : Upper Jurassic deposits in Brazil, (abs)—Geological Society of America Bull., vol. 53, no. 12, Washington.
123. WASHBURNE, C. (1930) : Petroleum geology of the State of São Paulo—Bol. no. 22, 282 p., São Paulo.
124. REGO, L. F. M. (1930) : Opus cit. (115)—(118)—p. 48.
125. PINTO, I. D. (1956) : Artrópodes da Formação Santa Maria (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais—Sociedade Brasileira de Geologia, Bol. vol. V, no. 1, p. 75—96, São Paulo.
126. GORDON, JR., MACKENZIE, and BROWN, R. W. (1952) : Plantas triássicas do Sul do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos no. 54, 6 p., Rio de Janeiro.
127. WOODWARD, A. S. (1908) : On some fossil reptilian bones from the State of Rio Grande do Sul—Geol. Magazine, Decade V, vol. V, no. 528, p. 251—255, London.
128. OLIVEIRA, F. P. e HUSSAK, E. (1889) : Reconhecimento geológico do Vale do Rio Paranapanema—Comissão Geográfica e Geológica da Província, Bol. 2, p. 3—31, São Paulo.
129. ALMEIDA, F. F. M. DE e BARBOSA, O. (1953)—Opus cit. (100)—(109)—p. 64—65.
130. ALMEIDA, F. F. M. DE (1950) : Uma faúna de crustáceos bivalvos do Arenito Botucatu no Estado de São Paulo—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 134, 38 p., Rio de Janeiro.
131. WASHBURNE, C. (1930) : Opus cit. (123)—p. 72—77.
132. FREYBERG, F. VON (1932) : Opus cit. (41)—p. 161—194.
133. PLUMMER, F. B. (1946) : Opus cit. (60)—p. 107—109.
134. CAMPBELL, D. F.; ALMEIDA, L. A. DE e SILVA, S. O. (1949) : Relatório preliminar sobre a bacia do Maranhão—Conselho Nacional do Petróleo, Bol. no. 1, 160 p., Rio de Janeiro.
135. LISBOA, M. A. R. (1914) : The permian geology of Northern Brazil—American Journal of Sciences, 4th Series, vol. XXXVII, no. 221, p. 425—443, New Haven.
136. SANTOS, R. S. (1953) : Peixes triássicos da fazenda Muzinho, Estado do Piauí—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos, no. 70, 4 p.—Rio de Janeiro.
137. In Relatório de 1946, Conselho Nacional do Petróleo —p. 117—118.
138. 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.
139. REGO, L. F. M. (1926) : Reconhecimento geológico da parte ocidental do Estado da Bahia—Serviço Geológico e Mineralógico, Bol. no. 17, p. 33—54, Rio de Janeiro.
140. CRANDALL, R. (1910) : Geografia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem—Inspectoria de Obras Contra as Secas, Série 1B, Publicações no. 10, 131 p., Rio de Janeiro.
141. BROWN, B. in MAURY, C. J. (1934) : Fossil invertebrata from Northeastern Brazil—American Museum of Natural History, Bol. vol. LXVII, p. 123—k79m New York.
142. Relatório de (1945) : Conselho Nacional do Petróleo —p. 97.
143. DERBY, O. A. (1879) : Opus cit. (34)—p. 87—119.

144. MORAES, L. J. (1928) : Estudos geológicos no Estado de Pernambuco—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 32—100 p. Rio de Janeiro.
145. BRANNER, J. C. (1913) : The Estância beds of Bahia, Sergipe and Alagoas, Brazil—American Journal of Science, 4th series, vol. XXXV, art. LIII, p. 619—632, New Haven.
146. GOTHAN, W. and JONGMANS, W. J. (1952) : Contribuição para o conhecimento de *Alethopteris branneri* White—Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas Preliminares e Estudos no. 55, 9 p., Rio de Janeiro.
147. OLIVEIRA, P. E. DE (1953) : Sobre um novo conchostéreo fóssil do Estado da Bahia—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos no. 63, 13 p., Rio de Janeiro.
148. BARBOSA, O. (1953) : Sobre a idade das camadas mesozóicas do nordeste do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos no. 72, 19 p. Rio de Janeiro.
149. BARBOSA, O. (1953) : Opus cit. (148)—p. 10—14.
150. OLIVEIRA, A. I. (1943) : Geologia de Sergipe—Mineração e Metalurgia, vol. VII, no. 39, p. 141—147, Rio de Janeiro.
151. BARBOSA, O. (1953) : Opus cit. (148)—(149)—p. 11.
152. OLIVEIRA, P. E. DE (1953) : Opus cit. (147)—p. 8.
153. ALMEIDA, F. F. M. DE (1956) : O planalto basáltico da bacia do Paraná—Associação dos Geógrafos Brasileiros, Boletim Paulista de Geografia no. 24, p. 3—34, São Paulo.
154. CAMPOS, L. F. G. DE (1905) : Reconhecimento geológico da zona compreendida entre Bauru e Itapura—Estrada de Ferro Noroeste, 40 p., Tip. Ideal, São Paulo.
155. REGO, L. F. M. (1935) : Camadas cretáceas do sul do Brasil—Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, Anuário para 1935m p. 231—274, São Paulo.
156. WOODWARD, A. S. (1903) : On some Dinosaurian bones from South Brazil—Geological Magazine New Ser., Decade V, vol. IV, London.
157. HUSSAK, E. (1904) : Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brazillen (Koniglich)—Akad. der Wissen, Math. Naturhist. Classe Sitzungsberichten, vol. CXIII, Wien.
158. OLIVEIRA, E. P. DE (1915) : Geologia. Reconhecimento geológico do noroeste de Mato Grosso—Expedição Científica Roosevelt—Rondon, Comissão de Linhas Telegráficas de Mato Grosso ao Amazonas. Rio de Janeiro.
159. OLIVEIRA, E. P. DE (1915) : Opus cit. (158)—p. 29—34.
160. OLIVEIRA, E. P. DE in REGO, L. F. M. (1926) : Reconhecimento geológico na parte ocidental do Estado da Bahia—Serviço Geológico e Mineralógico, Bol. no. 17, p. 33—54, Rio de Janeiro.
161. DERBY, O. A. (1896) : Nota sobre a geologia e paleontologia de Mato Grosso—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Arquivos vol. IX, p. 59—89, Rio de Janeiro.
162. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940) : Geologia do Brasil—1a. Edição—p. 342—343.
163. RAMOS, J. R. A. (1956)—In Relatório Anual do Diretor—Divisão de Geologia—Rio de Janeiro.
164. GUIMARÃES, D. : Província magmática do Roraima.
165. CAMPBELL, D. F. ; ALMEIDA, L. A. e SILVA, S. O. (1949) : Opus cit. (134)—Rio de Janeiro.
166. REGO, L. F. M. (1923) : Reconhecimento geológico feito no Estado do Maranhão—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Relatório Anual do Diretor, p. 74—77, Rio de Janeiro.
167. DIAS, A. (1922) : O sertão maranhense ; esboço geológico, fisiográfico e social—61 p.—Imprensa Nacional, Maranhão.
168. SMALL, H. (1913) : Opus cit. (56)—p. 25.
169. PLUMMER, F. B. (1946) : Relatório do Conselho Nacional do Petróleo—p. 11.
170. AGASSIZ, L. (1841) : On the fossil found by Mr. Gardner in the Province of Ceará in the north of Brazil—Edinburgh New Philosophical Journal, vol. XXX, p. 82—84, Edinburgh.
171. BRANNER, J. C. and JORDAN, D. S. (1908) : The Cretaceous fishes of Ceará—Smithsonian Misc. Coll. LII. Quarterly Issue, vol. V, part. 1, p. 1—29, Washington.
172. PLUMMER, F. B. (1946) : Opus cit. (169)—p. 113—115.
173. MORAES, L. J. DE (1924) : Serras e montanhas do nordeste—Inspeção de Obras Contra as Sêcas, Série I, D. Publ. no. 58, 2 vol., Rio de Janeiro.
174. HARTT, C. F. (1870) : Geology and Physical Geography of Brazil—620 p., Field Osgood & Co, Boston.
175. MOURA, P. DE e FERNANDES, G. (1953) : Petroleum geology in the State of Bahia—XIX ême Congr. Geol. Intern. Comptes Rendus, Sess. XIV, fasc. XVI, p. 65—83, Alger.
176. ROXO, M. G. DE O. (1936) : Revalidação do “*Thoracosaurus bahiensis*” e considerações sobre a idade da Série Bahia—Museu Nacional do Rio de Janeiro, Bol. XII, no. 3/4, p. 59/72, Rio de Janeiro.
177. SOHN, I. G. (1942) : Opus cit. (122)—p. 1809.
178. BRANNER, J. C. (1900) : The oil-bearing shales of the coast of Brazil—Amer. Inst. Min. Eng. Transactions, vol. XXX, p. 537—554, New York.
179. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940) : Geologia do Brasil—1a. Edição—p. 350.
180. MAURY, C. J. (1924) : Fósséis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretáceas—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Mon. IV, 665 p., Rio de Janeiro.
181. KEGEL, W. (1957) : Verbal information in June, to F. de Almeida.
182. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940) : Geologia do Brasil—1a. Edição, p. 355.
183. KEGEL, W. (1953) : Geologia do fosfato de Pernambuco—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 157, 54 p., Rio de Janeiro.
184. MAURY, C. J. (1930) : O Cretáceo da Paraíba do

- Norte—Serviço e Mineralógico do Brasil, Mon. VIII, 305 p., Rio de Janeiro.
185. OLIVEIRA, P. E. DE e RAMOS, J. R. DE A. (1956) : Geologia das quadrículas de Recife e Pontas de Pedra—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 151, 60 p., Rio de Janeiro.
186. REGO, L. F. DE M. (1933) : Notas sobre a geologia, geomorfologia e recursos minerais de Sergipe—Escola, de Minas de Ouro Preto, Anais no. 24, Ouro Preto, Minas Gerais.
187. MAURY, C. J. (1930) : Opus cit. (184)—p. 45.
188. MAURY, C. J. (1924) : Opus cit. (180)—p. 595.
189. MAURY, C. J. (1936) : O Cretáceo de Sergipe—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Mon. XI, 383 p., Rio de Janeiro.
190. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940) : Geologia do Brasil—1a. Edição—p. 340.
191. MOURA, P. de e WANDERLEY, A. (1938) : Noroeste de Acre. Reconhecimentos geológicos para petróleo—Serviço de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 26, 116 p., Rio de Janeiro.
192. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940) : Geologia do Brasil—1a. Edição—p. 342.
193. MOURA, P. DE e WANDERLEY, A. (1938) : Opus cit. (191)—p. 60.
194. WANDERLEY, A. (1946) : Notas sobre a fisiografia do Alto Amazonas. Estratigrafia do Noroeste do Acre—Brasil—IIo. Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia. Anais vol. III, p. 351—376, Petrópolis.
195. AGASSIZ, L. (1867) : Lettre de M. Agassiz à M. Marcou sur la géologie de la vallée de l'Anazone avec des remarques de M. Jules Marcou—Société Géologique de France, 2ème série. tome 24, p. 109—111, Paris.
196. PRICE, L. I. (1953) : Restos de mosassauros de Pernambuco e considerações sobre a presença destes répteis na bacia amazônica do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos no. 58, 15 p., Rio de Janeiro.
197. STEINMANN, G. (1930) : Opus cit. (1)—p. 179—182.
198. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1940)—Geologia do Brasil—1a. Edição—p. 654.
199. WANDERLEY, A. (1946) : Opus cit. (194)—p. 375.
200. WOODWARD, H. (1871) : The Tertiary shells of the Amazon Valley—Ann. and Magaz. of Natural History, 4th Series, vol. VII, p. 59—64, London.
201. OLIVEIRA, A. I. DE e LEONARDOS, O. H. (1943) : Geologia do Brasil—2a. Edição. p. 640.
202. GERVAIS, P. (1876) : Crocodile gigantesque du Brésil (“Dinosuchus terror”),—Journal de Zoologie, vol. V, p. 232—236, Paris.
203. HOLLICK, A. and BERRY, E. W. (1924) : A later Tertiary Flora from Bahia, Brazil—John Hopkins Univ. Studies in Geology, no. 5, 136 p., Baltimore.
204. HARTT, C. F. (1870) : Opus cit. (30)—p. 139 and 146.
205. LÜFGREN, A. (1936) : Reconhecimento geológico nos rios Tocantins e Araguaia—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 80, 60 p., Rio de Janeiro.
206. LEINZ, V. (1938) : Os calcários de Rão José, Niterói, Estado do Rio de Janeiro—Mineração e Metalurgia, vol. II, no. 15, p. 153—155, Rio de Janeiro.
207. BEURLIN, K. e SOMMER, F. W. (1954) : Restos vegetais fósseis e tectônica da bacia calcária de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 149, 27 p., Rio de Janeiro.
208. COUTO, C. DE P. (1953) : A bacia calcária de Itaboraí e a tectônica da costa sudeste do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas Preliminares e Estudos, no. 75, 12p., Rio de Janeiro.
209. REGO, L. F. M. (199) : As formações cenozóicas de São Paulo—Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, Anuário para 1933, p. 231—267, São Paulo.
210. REGO, L. F. M. e SANTOS, T. D. S. (1938) : Contribuição para o estudo dos granitos da Serra da Cantareira—Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Bol. no. 18, p. 1—162, São Paulo.
211. OLIVEIRA, E. P. DE (1927) : Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil—Mon. VI, 172p., Rio de Janeiro.
212. ERICHSEN, A. I. (1936) : Sedimentos possivelmente terciários em Goiás, estrutura geológica dos Distritos de Campinas e Goiânia—Mineração e Metalurgia, vol. I, no. 3, p. 87—88, Rio de Janeiro.
213. GORCEIX, H. (1884) : Bacias terciárias de água doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca), Minas Gerais, Brasil—Escola de Minas de Ouro Preto, Anais no. 3, p. 95—114, Rio de Janeiro.
214. WOODWARD, A. S. (1898) : Considerações sobre alguns peixes terciários dos xistos de Taubaté, Estado de São Paulo—Museu Paulista, Revista, tomo III, p. 63—75, São Paulo.
215. TRAVASSOS, H. e SANTOS, R. DA S. (1955) : Caracídeos fósseis da bacia do Paraíba—Anais da Academia Brasileira de Ciências, tomo 27, no. 3, p. 297—322, Rio de Janeiro.
216. TEIXEIRA, E. A. (1938) : Turfa de Rezende, Estado do Rio—Mineração e Metalurgia, vol. III, no. 15, p. 161—168, Rio de Janeiro.
217. LEME, A. B. P. (1918) : Sobre a formação do linhito de Caçapava—37 p. Papelaria Macedo, Rio de Janeiro.
218. KEGEL, W. (1953) : Opus cit. (183)—p. 45.
219. OLIVEIRA, P. E. DE e RAMOS, J. R. DE ANDRADE (1956) : Opus cit. (185)—p. 30.
220. OLIVEIRA, P. E. DE e RAMOS, J. R. DE A. (1956) : Opus cit. (185) e (219)—p. 34.
221. DAVIES, A. M. (1934) : The sequence of Tertiary faunas—vol. II, 252 p., London.
222. MAURY, C. J. (1924) : Opus cit. (180)—p. 33—457.
223. PETRI, S. (1957) : Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas—Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Univ. de São Paulo, Bol. inédito, São Paulo.

224. BEURLEN, K. (1950) : Relatório de 1950—Conselho Nacional do Petróleo—p. 102.
225. HARTT, C. F. (1870) : Opus cit. (30)—(204); p. 174 and 178.
226. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil—Relatório ano 1921, p. 91.
227. GUIMARÃES, D. (1924) : Contribuição à Petrografia do Brasil—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 6, 47 p., Rio de Janeiro.
228. MORAES, L. J. DE (1924) : Opus cit. (173)—p. 32—34 (vol. I).
229. OLIVEIRA, P. E. DE e RAMOS, J. R. de A. (1956) : Opus cit (220)—p. 15—19.
230. ALMEIDA, F. F. M. DE (1955) : Geologia e petrologia do arquipélago de Fernando de Noronha—Divisão de Geologia e Mineralogia, Mon. XIII, 181 p., Rio de Janeiro.
231. RAMOS, J. R. DE A. (1956) : Divisão de Geologia e Mineralogia—Relatório Anual do Diretor—p. 62.
232. Conselho Nacional do Petróleo, Relatórios de 1948—1950.
233. AMARAL, S. E. DO (1955) : Sedimentologia e geologia das camadas perfuradas na região da foz do Amazonas—Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Univ. de São Paulo, Bol. no. 192, Geol. no. 12, 92 p., São Paulo.
234. PETRI, S. (tese inédita) : Foraminíferos fósseis da bacia do Marajó.
235. PETRI, S. : Opus cit. (234)—p. 11.
236. ALMEIDA, F. F. M. DE (1956) : The West Central Plateau and the Mato Grosso Pantanal—Excursion Guidebook. 11th Intern. Geog. Congress, p. 5—55, Rio de Janeiro.
237. ALMEIDA, F. F. M. DE (1945) : Geologia do sudoeste mato-grossense—Divisão de Geologia e Mineralogia. Bol. no. 116, 118 p., Rio de Janeiro.
238. BRANNER, J. C. (1911) : Opus cit. (27)—p. 187—206.
239. STERNBERG, H. (1950) : Vales tectônicos na planície amazônica?—Revista Brasileira de Geografia, ano 12, no. 4, p. 513—534, Rio de Janeiro.
240. REGO, L. F. DE M. (1926) : Reconhecimento geológico na parte ocidental do Estado da Bahia—Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Bol. no. 17, p. 33—54, Rio de Janeiro.
241. GUERRA, A. T. (1954) : Estudo geográfico do Território do Amapá—Conselho Nacional de Geografia, Biblioteca Geográfica Brasileira, Publ. no. 10, Série A, 366 p., Rio de Janeiro.
242. REGO, L. F. DE M. (1923) : Opus cit. (166)—p. 19.
243. SOUZA, H. C. A. DE e Abreu, S. F. (1939) : Diatomito no nordeste—Divisão de Fomento da Produção Mineral, Bol. no. 33, 57 p., Rio de Janeiro.
244. HARTT, C. F. (1870) : Opus cit. (225)—p. 174—214.
245. ALMEIDA, F. F. M. DE (1955) : Opus cit. (230)—p. 1.
246. LAMEGO, A. R. (1940) : Restingas na costa do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 96, 63 p., Rio de Janeiro.
247. LAMEGO, A. R. (1956) : Geologia da quadrícula de Campos, São Tomé, Feia e Xexé—Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. no. 154, 60 p., Rio de Janeiro.
248. MAACK, R. (1947) : Breves notícias sobre a geologia dos Estados de Paraná e Santa Catarina—Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Arquivos de Biologia e Tecnologia, vol. II, art. 7, p. 63—154, Curitiba—.
249. MAACK, R. (1937) : Geographische und geologische Forschungen in Santa Catarina (Brasilien)—Gesells. für Erdkunde zu Zeits. Ergänzungsheft V. 85 p., Berlin.
250. Papers from PETER LUND in IGLESIAS, D. (1943) : Bibliografia e índice da Geologia do Brasil—Divisão de Geologia e Mineralogia Bol. no. 111, 323 p. (p. 153—155), Rio de Janeiro.
251. QUATREAGES, A. DE (1880—82) : L'homme fossile de Lagoa Santa, au Brésil et ses descendants actuels.—Izvestiya imp. obshchestva Luibitelei Estestvosnaniya, Antropologhei i etnographi, vol. XXXV, p. 321—338, Moscow.
252. AMBROHINO, F. (1907) : Notas sobre una pequeña colección de huesos de mamíferos procedentes de las grutas calcáreas de Iporanga, en el Estado de São Paulo—Museu Paulista, Revista vol. VII, p. 59—124, São Paulo.

新刊紹介

分析地球化学 (Methods in Geochemistry and Geophysics シリーズの 5)

ANALYTICAL GEOCHEMISTRY

化学を専門としない地質学者でも 近年は各種の分析機器を使って より数量的に 自然の岩石・鉱物を扱いくとくに地球化学的手法によって 彼らの成因論を展開している。こうした世界一般の傾向に 貢献できるように出版された 分析法指導書である。

内容は10章に分かれ 地球化学への緒言／定性分析／定量化学分析／微量元素の化学分析／発光分光分析／焰光光度分析／X線分析／X線解析／蛍光分析／クロマト

グラフについて ていねいに説明されている。とくに微量元素分析については それぞれの元素の産状についても説明があり 便利である。各章に関連した参考文献が巻末にまとめられている。つまり 初心者をはじめ 専門家にも利用できる 地球化学的研究の手段の手引きといえよう。(倉沢)

著 者：英国ノッティングム大学地質学教室教授
ENERGOLYN 卿およびインタナショナル・コンパ
ツシヤン会社技師長 L. BREALBY.
発 行 所：ELSEVIER PUBLISHING Co. Ltd., アム
ステルダム。1971年刊。426 p. 14.2×21.8cm
取扱い書店：全国洋書販売店
定 価：9.600円