スマトラの地質 (二)

L. M. R. Rutten 著
田學士 池邊展生 譯

第三章 バレンバン及ジャンビの第三系

一、十九世紀に於ける調査

十九世紀にはバレンバン及ジャンビの第三系よりも西部スマトラ及ベンクレーレンの第三系についてより良く知られて居た。エフェルウエイン⁽²⁾ (Everein) はバレンバン州に於ける多數の褐炭層の存在について記し、褐炭層の下にある褐炭を含まぬ鮮新統と假定された頁岩及砂岩より成る地層はフェルベークによつて知られた。然し、フェルベークはバレンバン州の大部分、バリサン山脈の東側迄海成洪積層によつて覆はれて居ると假定した。現在利用され得る限りのデータを用ひて作つたスマトラの地質概圖 (第六圖、原著第一〇一圖) を一見すればこの假定は正しくないことが判る。即ちバレンバン及ジャンビの地質はスマトラに於て知られて居る最大の新第三紀層であつて、海成洪積層は實際には知られて居ない。この新第三紀層厚、組成、構造は十九世紀には僅に不完全にしか知られて居なかつた、その時代にはバレンバンに於てもジャンビに於ても地質精査は行はれて居なかつたからである。

二、バレンバン州に於けるトブラーの調査

トブラーはバレンバン州の第三紀層に關する我々の知識に基礎を置いたものである。一九〇六年彼はムアラ・エニム (Mocara Enim) 附近の油田について述べ、其後彼はグーマイ (Goumai) 山脈に關する研究によつてこの最初の論文を完成し (一九一四年)、極めて最近 (一九二五年) 彼は再びこの問題について研究した。此等の論文をまとめて取扱ふことにする。

バレンバン州の最古の第三紀層は石英砂岩及石英礫岩から出來て居て、局部的には始新世の性質を有する若干の石炭を挟み、又珪化木を有し、その時代は古第三紀に假定されて居るが、もつと詳細な區分は不可能である。化石は此等の地層からは發見されて居らないし、大部分は陸源の岩石であつて、中生代後期に造山運動によつて褶曲した先第三紀の岩石の粗粒碎屑物を含んで居る。元來は古第三

第6圖 スマトラ地質概圖

1. バダン高地の第三紀層	4. ドゥアプラス (Doeabelas) 山脈
2. レボン (Lebong) 地方	5. グウマイ (Goemai) 山脈
3. ティガブル (Tigapoeloe) 山脈	6. ムアラ・エニム (Moeara Enim) 地方
I 地質不詳	VII 第三系 (未区分)
II 更新及現世層	VIII 新第三系
III 新期火山岩	IX 古第三系
IV 第三紀及第四紀火山性地層 (未区分)	X 先第三系
V 石英粗面岩及石英粗面岩質凝灰岩	XI 花崗岩及閃綠岩
VI 第三紀安山岩, 石英安山岩及玄武岩	XII 鹽基性先第三紀噴出岩

第7圖 グーマイ (Goemai) 山脈の地質圖 (Tobler, 1925 による)

1. 先第三系	2. 古第三系	3. グーマイ層
4. パレゾイック	5. 集塊岩其他	6. 噴出岩

果はもつと廣い地域を占めて居たらしいと云ふことも想像される。古第三紀層はグーマイ山脈に於て山脈の方向に並行に延びた長い小區域に見出され、古第三紀層は地溝狀の凹地にのみ保存され、その中間の地狀の地域では削剝されたものの如く見える(第七圖、原圖第一〇二圖)。

先第三紀層は古第三紀の礫岩及砂岩によつて明かに不整合に覆はれて居る。トブラーは一九二五年に古第三系とその上にあるグーマイ層との間に不整合のあることを推定した。この不整合は彼によつて一九一四年には考へられて居らなかつたし、又彼の断面圖にも表現されて居らなかつた。此の不整合はトブラーによつて現在は、グーマイ層が先第三紀層と直接接して繰り返されて發見されて居ると云ふ事實によつて主張されて居る。しかし自分にはこの事實は決定的なものだとは思はれない。(トブラーは私に古第三系からグーマイ層までは決して連續的に沈積したのではないと報じて居る。即ち古第三紀の砂岩が礫岩は一般にグロビゲリナ・マールの相を主とするグーマイ層に漸移して居るのではないと云ふ。)

一九一四年にトブラーは古第三系の上に *Orbioides* 石灰岩とグーマイ層の二つの地層を區別したが、其後一九二五年にはこの二地層は廣義のグーマイ層の名の下に一括された。この地層の下部には最大の厚さ一〇〇米の礁狀石灰岩が發見される。この礁狀石灰岩の中には三つの化石群が發見される。即ち古いものは大型の *Lepidocyclus* 及 *Spiricolypus* を含むもの、中間のものは小型の *Lepidocyclus* 及 *Spiricolypus* を含むもので、上部のものは小型の *Lepidocyclus* と多くの *Miogyris* を含む *Spiricolypus* を缺いて居る。グーマイ層の主要部分はこの等浅海性の沈積物の

第 8 圖 マアラ・エニム附近の産油地帯の概圖、断面圖の位置を示すによる (Tobler⁽⁷⁾による)

海底に沈積したのである。

現在迄に知られた限りではグーマイ層は大きなグーマイ背斜の一方の側にのみ見られる(第七圖)。南部パレンバン州のバトゥ・ラジヤ (Batoe Radja) の *Lepidocyclina* を含む石灰岩も嘗ては始新世と考へられては居たが、又この層に屬するものである。恐らくベンクレーンの *Globigerina* を含む頁岩も、ムールマンは之を古第三紀としたが、又グーマイ層に屬するものであらう。

如上の地層とは反對に、上部新第三系はパレンバン州に於て、もつと廣い地域を占めて居る。トブラーは下部、中部及上部パレンバン層を識別した。下部パレンバン層はグーマイ山脈の北斜面とその前地にある多くの背斜の中心に現れて居て、局部的に砂岩及石灰質セプタリアを挟在する粘土質岩の層から出来て居りその全層厚は一五〇〇米である。化石は各地で發見され、特に海綠石を含む砂岩中に多いが、その保存は非常によいとは云へない。此等は全部海棲動物群であるが *Eburna* は産出しない。發見された種は淺海に特有な軟體動物であつて造礁動物や厚皮動物は發見されない。下部パレンバン層は淺い靜かな水の中に沈積されたものであることは明かである。下部パレンバン層の最上部のみが時に小さな褐炭層を挟在して居る。此の地方の北部に於ける中部パレンバン層(全層厚六〇〇

上に沈積したもので、その岩相は變化に富み、その厚さは西から東に向つて非常に増大し、地角斜的沈降が東部に於ては西部よりも速に行はれたことを示して居る。石灰岩の上にあるグーマイ層の大部分は厚さ三〇〇〇米にも達する地層である。その下半部は東印度諸島の何處にも殆んど同様の組織のものが發見されない、黑色の塵々珪化した板狀の石灰岩及マールで、黑色のフリントの層及結核を挟んで居る。その中には *Globigerina* が多く、特定の層準には小型の *Lepidocyclina* と、*Spirrocyneus* とがある。グーマイ層の上部はもつと普通の組成をもつて居る。それは褐色の粘土頁岩で塵々大形のセプタリアを有し、上部は石灰質マールの層と互層して居る。グーマイ層の上部には局部的には凝灰岩を挟在して居る。 *Globigerina* はこの層の唯一の化石であり又極めて普通である。それ故この厚いグーマイ層は深い靜かな海の中に沈積した海成層で、沈積の終末期には火山物質がその海の中に運ばれ、

米に達する) の特徴は多くの層々むしる厚い、水分二三—二五%の褐炭層があることである。海棲化石はトブラーによつて唯一ヶ所から發見されたがその中に *Dicystilia* の見事な標本が含まれて居るが、この化石は

第9圖 ムアラ・ユニム附近石油地帯の断面圖 (Tobler⁽³⁾による)

1. グーマイ——テノサ層	2. 下部バレンバン層
3. 中部バレンバン層	4. 上部バレンバン層
5. 安山岩	6. 集塊岩

まだ同定されて居ない。中部バレンバン層には可成りの量の火山性物質が(特に山脈に近い所では)含まれて居る。それは石英の結晶を有する酸性の噴出岩である。この火山性物質は上部バレンバン層に於て更に重要なものであつて、それ故同層は酸性凝灰岩より成る陸源の地層と考へられるのである。上部バレンバン層の下部二〇〇乃至三〇〇米は明瞭な成層を示した地層であるが上部のもつと厚い部分ではこの成層は消滅して居る。この莫大な量の火山物質の源を探すことも興味深いことである。先第四紀の石英粗面岩はバレンバン州の數ヶ所にあつて、これ等は上部バレンバン層に火山碎屑物を供給した新第三紀の火山の根であると考へられ得る。その一つはグーマイ山脈の南部に位置し、パスマー(Pasemah)地方にあり、他の一つはリリン(Lilin)附近のラワス河の上流にある。その他シユミット(Schmitt⁽⁴⁾)によれば *in situ* の石英粗面岩はバレンバン州南西にあるピウク(Bioekoe)附近のボーリングによつても發見されたと云ふ。

グーマイ層の沈積の始から上部バレンバン層の沈積の完成迄の間に不整合は一つも示されて居ないと云ふ事實は強調されて然るべきである。その時代はアキタニアン(?) から上部鮮新世迄を含んで居る、それは次の事實から結論される、即ちエブルナを缺いては居るが、下部バレンバン層はベンクーレンの若い中新世海成層に對比出來、従つて中部バレンバン層は下部鮮新統でライス(Lais)附近の夾炭層と同時代であり、上部バレンバン層は上部鮮新世に屬するであらう。新第三紀層の堆積の時代は長期間に亘つて居り更にその厚さは厚く少くとも五五〇

第10圖 ムアラ・エニム (Moeara Enim) とミニヤク (Minjak) 村との間の道路上のワロン・パダン・アラン (Warong Padang Alang) から見た南部バレンベン⁽¹⁾の準平原の南西の邊緣部、左の背景にはブキット・スリロが準平原上に見える (Tobler⁽²⁾による)

〇米の厚さに達する(第九圖、原著第一〇四圖)。バレンベン州全體の新第三紀層は強く褶曲を受けて居り、その造山運動は第三紀の終りに始つたものである。トブラーはムアラ・エニム (Moeara Enim) 油田地帯の教訓的な断面圖を發表して居る。その内背斜及向斜の形を明瞭に表現して居る四つを第八圖及第九圖に再録した。第四紀には著しい削剝作用が起つて居る。褶曲は上部鮮新世に行はれたので

あるから第四紀に於ける削剝作用は褶曲度の強い背斜部では少くとも三〇〇〇米に達する。特にグーマイ山脈では五〇〇〇米に達する地層が取り去られたわけである。第一〇圖(原著第一〇五圖)と断面圖とは背斜構造を有する前地 (Foreland) の準平原化作用を現して居る。この準平原は其後隆起し、低い丘陵地形に迄侵蝕されたのである。第四紀の地質現象は、この削剝作用のみではない。準平原の上には現在死滅した小さな安山岩の火山、即ちブキット・スリロ (Boekit Serillo)、ブキット・ブサル (Boekit Besar) 及ブキット・アヤム (Bt. Ayam)、及三〇〇〇米以上に達するデンボ (Dempo) 火山の如き大火山の基底の集塊岩がある。フェルベークはブキット・スリロ其他の小火山を「古期安山岩」と考へたが、それ等は下部鮮新世以後に噴出したものであり、中部バレンベン層の褐炭層に接觸變質を與へ、石炭の一部を良質炭に変化せしめて居るのであるから、このフェルベークの考は正しくない。

三、バレンバン、爪哇及ボルネオの比較

前節にのべた現象と中部爪哇の地質現象との類似性は明瞭である。その事實は、(一)新第三紀の時代を通じて大量の沈積物が沈

積し、その終りに近づき火山活動が増大したこと、(二)鮮新——更新統のトリニル (Terni) 層の沈積後に造山運動のあつたこと、(三)巨大な剝削作用が更新世にあり、その後火山活動が引續いて居ること——爪哇ではウングラン (Oengaran) 層が第三紀後の準平原上につて居る——、(四)最近に準平原がその侵蝕基準面上數百米の位置迄上昇し、その間を刻んで若い谷が出来て居ることである。これ等の事實は中部爪哇か南スマトラの褶曲地帯は構造的にまだ靜穩な地帯ではないと云ふ考を強く示して居る。深い所にある地層に働く褶曲の力は地表に於ては褶曲地帯の垂直の隆起として認められる。上部パレンバン層は上部の凝灰質の部分がパンテン (舊名バンダム)、ボゴール (舊名ボイテンソルク) 附近及フリアンガン州西部チベエト (Tjibee) に似て居る。南部ボルネオでもこのパレンバン層の地層に比較され得る植物化石を含む凝灰質の若い第三紀層がフレイリンク (Frieling) によつて發見されて居る。

四、新第三紀に於けるパレンバン地斜の變化

パレンバン州南部の新第三紀層中ではその基底のグーマイ層の *Lepidoargylinea* 石灰岩から上部パレンバン層に至るまでの間に何等の不整合の存在の様子が見えないが、その間にこの廣い地斜の中には大きな一方的な變化が起つて居る。最初に地斜の沈下の開始の際の海進によつて頻海性 (littoral) の *Lepidoargylinea* 石灰岩が形成され、其後地斜の沈下の速度が増大し、海が深くなり、可なり深い海に堆積したグーマイ層が出来た、その厚さは三〇〇〇米に達するが、その量は海底の地斜的沈降によつて平衡を保たれて居る。漸次沈積の影響が多くなり、地溝は部分的に埋められ、下部パレンバン層の中には砂質沈積物の層がそれ迄大部分を占めて居た粘土と互層する様になつて來た、この粗粒の沈積物は靜かな浅い海の特徴を示す動物群を含んで居る。中部パレンバン層の最初には沈積は完全に沈降を凌駕し、時には陸成相も發達するに至り、この状態は上部パレンバン層時代迄つづき、最後に新第三紀層の褶曲によつて終つたのである。即ち下部新第三紀に優勢であつた地斜的沈降は次第に弱くなり褶曲期の直前に完全に消滅したのである。

五、トブラー以後の調査

パレンバン地方の第三系についての知識はトブラー以後には唯一つの方面に於てのみ進歩した。トブラーは既に中部パレンバン層中の石炭の一部がブリット・アセム安山岩の附近で接觸變質を受け、良質炭に變つて居ることを知つて居た。この「改良された」石炭の經濟的價値を始めて強調したのはヒルシー (Hirsch) であつて、それは蘭印政府が此の地方の炭田の開發に取掛り、鑛山局がハルトマン (Hartmann)、マンハルト (Manhardt)、チグラー (Ziegler) をして地質精査を行はしめた約十年前であつた。

ブリット・アセム⁽¹⁾の石炭については後章でべるが、此等の研究の純地質學的な結果はここで取扱ふこととしよう。ヒルシイは數點についてトブラーの研究を補足した。即ち(一)彼は中部パレンバン層はトブラーが考へたより二倍の厚さがあることを指摘した、(それ故パレンバンの新第三系の全層厚は可なり増えたこととなる)、(二)彼は中部パレンバン層中に石英粗面岩質、石英安山岩質及石英にとんだ火山成物質を多量に發見した、(三)彼は水平及垂直に相の急變のあることを示した、(四)トブラーは石炭はその場所に成育して居たマングローヴの沼澤地から由來したとしたが、彼はこれをむしろ *semi allochthonous* の成因としたのである。石炭の成因に關する問題は他の研究者によつて取扱はれた。ハルトマン⁽²⁾はその他所から運ばれた(*allochthonous*)ものであることに左擔し、チグラー⁽³⁾は原地生説をとり、マンハルト⁽⁴⁾は問題を保留して居る。此等の各自の所説はその原論文を参照せられたい。それ等を此處に説明することは不可能であるが次のことは指摘される。即ち原地生成説は殆んど得心出来ないものであつて、之に反してチグラーによつて記された事實は、石炭の他から運ばれて生成されたと云ふ説にとつて強い論據となるのである。即ち中部パレンバン層内に於ては非常に炭層が多くその全層厚の一〇%にも達すると云ふことである。これをライン・ウエストファリア (*Rheinisch-Westphalien*) 炭田のものに比べると、この石炭紀層中の豊富な石炭は全體の二・二・五%であつて、沈積岩層の一〇%にも達する石炭層が完全に「軟い泥質の物質」で出来たとすることは到底考へられない。トブラーがスリロ、プサル及アセムを第四紀の火山と考へたのは前述の通りであるが、最近の調査による意見によればブリット・アセムの安山岩は貫入岩であつて現在その山を覆つて居る軟い碎屑物は岩屑であると云ふ。この假説に従ふとこの安山岩が地下深所に行くと同様岩に變ると云ふことが期待されるのである。

六、パレンバン地方の第三紀地史の要約

パレンバン地方の第三紀地史を從來知られた所によつてまとめると次の如くである。

第四紀	現在の河系の形成、第四紀の準平原の不連續的上昇による河岸段丘の形成、現火山の成長。 山地に於ける現火山の形成、スリロ其他の山が火山であるか、貫入岩塊であるかは不明(後者の場合にはこれ等は餘り新しい時代ではない)。
鮮新世	(不整合) 若い山脈の準平原化作用。

新第三系の褶曲。

上部鮮新世 凝灰質陸成の上部パレンバン層の沈積、厚六〇〇米以上、石英を多量に含む。石英安山岩質及石英粗面岩質の凝灰岩、珪化木。

下部鮮新世 中部パレンバン層の沈積、南部は一部凝灰質、北部は粘土及褐炭を多く含む、珪化木あり、陸成及海成層、厚一二〇〇米。

上部中新世 下部パレンバン層、主として粘土頁岩及軟い砂岩、海成化石を各地、特に海縁岩を含む砂岩中に産す、深い海の静かな沈積、厚一五〇〇米。

下部中新世 グーマイ層、上部、セプタリアを含む。褐色粘土頁岩及マール質石灰岩、凝灰岩の薄層を挟む、化石は *Globiferina* のみ、可なり深い静かな海の沈積、一五〇〇米。

中部、黑色珪質石灰岩のベンク及マール、殆んどグロビゲリナのみを含むも時に *Spirodypus* の帯がある。黑色のフリントストーンのレンズあり、静かな海の沈積、一五〇〇米。

下部、*Orthis* 石灰岩、*Lepidocyclina*, *Spirodypus*, *Myopisma* を含む、海岸の沈積物、最厚一〇〇米。(不整合)

礫岩及砂岩、グーマイ山脈に限らる。ここでは地溝となつて保存されたものの如し、珪化木及ピチ炭の薄層あり。(不整合)

七、ジャンピ州の第三系

トブラーのパレンバン州南部の層序學的研究はパレンバン州に對してのみならずジャンピ地方に對しても重要である。一九〇六年にジャンピ地方の調査が開始され、ここでも又パレンバンの第三紀層に遭遇したのである。上部、中部及下部パレンバン層と云ふ名稱はジャンピ州の油田に於ても用ひられて居る。パレンバン地方のグーマイ層はここではテリサ (*Telisa*) 層として知られ、ジャンピ州の山脈に近い部分では「古第三紀砂岩及礫岩」も亦發見されて居る。狹義のバリサン山脈の東に二つの孤立した山脈、即ちティガブル (*Tigapueloe*) 山脈及ドゥアブラス (*Doeablas*) 山脈とがある(第十一圖、原著第一〇六圖)。それ等は中心に先第三系を有し、兩側には第三紀層があり、中央部では第三紀層は削剝によつて缺けて居る。勿論下部第三紀層は中心に近く存し、若い地層は周縁にある。バリサン山脈の内部に發見された第三紀層も又此の層の古い部分である。古第三紀層はその全部、又グーマイ——テリサ層は大部分バリ

サン山脈の内か、背斜の中心近くに発見され、ドゥアプラス山脈の南東の延長であるテリサ背斜に於てのみテリサ層がフォアランドに現れて居る。

第11圖 ジャンビ州一部の地質圖 (Tobler による)

1. 上部バレンベン層
2. 下部バレンベン層
3. 古第三系
4. 中部バレンベン層
5. テリサ層
6. 先第三系

バリサン山脈の内部の第三系から始めることとしよう。凹地は南東——北西方向にのびて居てその南東端にコリンチ (Korintji) 湖がある。北西端には相當褶曲した、厚さ少くとも三〇〇米の第三系が小區域にある。その下部は礫岩及砂岩で古第三紀と考へられ、上部は軟い粘土頁岩で凝灰岩を介し、若干の石炭と *Dicocylus* 植物の葉の化石を有し、グーマイ層に對比されると思はれる。この小區域の第三系はバリサン山地の内部に三〇〇米の厚さの第三系が堆積し得たこと、及その後強い地殻運動を受け傾斜が六〇度迄に達して居ることを示して居る。この盆地とスンピン (Soenping)、ムスライ (Mesorai) 及トゥンカット (Toekat) 火山を隔てて、その南東延長上に大きな山間盆地があり、これはアサイ (Asai) 及ラワス (Rawas) 河によつて限られて居る (第六圖)。これも少くとも二〇〇米の厚さのある礫岩及砂岩から成る下部層から出来て居て褐色の粘土頁岩によつて覆はれて居る。アントイ (Antoi) 河附近にある殆んど擾亂を受けて居ない砂岩は異常に少い水分 (一・八%) を有する特異な炭層を挟んで居る。その上部は下部中新世型の石炭を挟み、魚の骨化石と鹽水とを含んで居り、上部の地層は下部のものより擾亂を受けて居る。この礫岩及砂岩は古第三紀に屬し、粘土頁岩はグーマイ——テリサ層に屬すると思はれる。

フォアランド中にある最も古い二つの中核即ちドゥアブラス山脈とティガブル山脈とは古第三紀層と、時に小型の *Lepidocyclina* を含むグーマイ——テリサ層によつて圍まれて居る。ジャンピ地方では他の場所では古第三系は發見されて居ない。テリサ層はテリサ背斜 (第十一圖、原著第一〇六圖) に於て最もよく發達されて居て、褐色の粘土頁岩より成り多くのセプタリアを有して居る。その中にはグロビゲリナ以外の化石は發見されて居ない。厚さは少くとも一〇〇〇米あり、岩石はグーマイ層上部によく似て居る。^{CHIN}

下部新第三系は山間の凹地か、中央山脈の周縁部か、フォアランドの「古期岩核」に沿うてか、又はテリサ背斜の最下部にのみ限られて居るが、上部新第三系即ちバレンバン層はフォアランドの多くの背斜に發達して居る。バレンバン地方と同様に上部及下部には石炭はないが、中部層にはバレンバン地方よりは少いが石炭を挟んで居る。バレンバンとジャンピの下部、中部及上部バレンバン層は嚴密には平行でない、勿論兩地方に於ける一般の岩相の順序は似て居るのであるが、特に陸成相はジャンピ地方よりも先に發達した様に見える。ジャンピの石炭の平均含水量は一四—二〇%であつて、バレンバンに於けるものよりも少いと云ふ事實はこの假説に一致して居る。トブラーはこの點を考慮し、バレンバン地方に於けるバレンバン層の三分層をそれぞれ上部中新、下部鮮新、上部鮮新世とし、ジャンピ地方のものは中部中新、上部中新及鮮新世として居るのである。

更に重要な問題は中部バレンバン層は屢々彼によつて獨立した一分層としてよりも、むしろ一異相として取扱はれて居ることであつて、彼は

「中部バレンバン層の階 (stage) 又はむしろ相 (acis) は……地方の背斜の中に深く存在して居る……」
と述べて居るのである。

バレンバン及ジャンピ地方のバレンバン層の三分層は略々同様の岩質をもつて居る。即ち下部バレンバン層は二〇〇〇米以上の厚さの青色粘土頁岩、マール質粘土頁岩及砂岩より成り、屢々凝灰岩と *Miogyssina* を含む (*Lepidocyclina* は含まぬ) 石灰岩のレンズを有して居る。ジャンピ州北西部では下部バレンバン層は南西部に於けるよりも凝灰岩の分量が多い。中部バレンバン層の厚さは一二五—六〇〇米であつて、バレンバン地方のよりも薄い。ジャンピ地方の上部バレンバン層は凝灰岩であつて、陸成相で、若干の植物化石以外には化石は含まれて居ない。その下部は約三〇〇米で青色凝灰岩より成り、風化すると汚黄色の石鹼状になる。この上には砂質の含浮石凝灰岩があつて、これは褶曲を受けて居ない第四紀の凝灰岩層と區別することが困難なことが多い。第三紀の凝灰岩は地殻運動によつて擾亂を受けて居るが第四紀の凝灰岩は水平に横つて居て、そのことによつて此等を野外に於て區別することが出来る。トブラーはジャンピの廣い河谷の中にある第三紀の丘陵の中央からテライト質の段丘堆積層 (恐らく洪積世) 及び沖積世の普通の段丘堆積層を區別して居るが、この區分は人爲的であつて、テライト質の堆積層は一般には古いらしく見えるが、これが洪積世のものであるとは決して斷言できない。

ジャンピ地方の第三系はトブラーがその協力者によつて模範的な方法で地質圖化されたものであるからこのそれを多少簡單にして掲げることにする (第十一圖、原著第一〇六圖)。この圖につき若干の重要點をあげれば、(一)ティガブル及ドゥアプラス山脈の古期岩核及強く褶曲を受けたテリサ背斜、(二)此等の核から離れた所にある比較的強くない褶曲、(三)背斜軸の位置の明瞭に示されて居ること、(四)同地方の二大河川即ちバタン・ハリ (Batuang Hari) とテンブシ (Tembesi) 河とが構造的低地に從つて流れて居ること、例へばムアラ・テンブシ (Mocera Tembesi) より上流のバタン・ハリ河はティガブル及ドゥアプラス山脈の間にあり、テンブシ河はドゥアプラス山脈の南に沈下した所とテリサ背斜の北西の斜面との間にある。バタン・ハリ河の下流の南側にある他の背斜は北西に沈下すると云ふはつきりした傾向がある。

八、バレンバン及ジャンビに於ける新第三紀褶曲の時代

第12圖 南東部ジャンビの石油地帯の断面圖 (Tobler による)

1. テリサ層
2. 下部バレンバン層
3. 中部バレンバン層
4. 上部バレンバン層

ジャンビのフォアランドの第三系は明瞭に褶曲を受けて居て、その強さはテリサ背斜の褶曲の最も激しい部分の背斜を切つて居る断面圖(第一二圖、原著第一〇七圖)に判つきり示されて居る。褶曲の程度はバレンバン地方のよりも弱く、爪哇のマール帯又は北ボルネオのものよりも更に弱く、廣いアーチ形の背斜が向斜がある。尙この断面圖は最近の隆起によつて更に河谷に刻まれた刻まれた準平原の發達せることを示して居る。

バレンバン及ジャンビの第三系の褶曲がそれに續く準平原化とは次の様な枝葉の結果を生ずる。トブラーは断面圖と報告の中でグーマイ層より上部バレンバン層迄の間には不整合はないと云ふこと及上部バレンバン層堆積後に唯一回褶曲期があつたのみであることを強調して居る。ファン・エス (Van Es) は主要造山期は全東印度に於て新期中新世に起つたと云ふ假説をのべ、新期鮮新世の褶曲期は彼によれば弱い after effect であると云ふ。このことはファン・エスによれば、背斜軸の中心は兩側にある地層に比べて急斜した地層であると云ふことによつて示されると云ふ。ムアラ・エニムの背斜は有名な地質技師ムラツェク (Muraček) によつて標式的なディアビル褶曲であると考へられる。しかし彼は東印度の地質を直接調査した譯ではないのである。この考によれば背斜の核とその兩翼との間には層序上及構造上の不整合があると云ふことになる。がこの解釋はトブラーの断面圖では證明されて居ない。二三の背斜の核は確に急斜して居る、例へばテリサ背斜の下部の如きものである。一方に於てスマトラの褶曲した第三系は切載褶曲 (truncated folds; Kofferthalen) の美事な例を示して居る、即ち背斜軸部は平で兩翼は急であつて、最大の傾斜は最古の地層にはなく(ファン・エスの考では最古の地層中にあるべきであるが) 兩翼にある若い地層中にある。この若い地層は多くは下部バレンバン層であるが、中部バレンバン層や時には上部バレンバン層である場合もある(第一三圖、原著第一〇八圖)。其後の削斜によつてその様な切載褶曲はテリサ背斜の様な急な核を持つた背斜となつた。切載褶曲が急斜した核を持つ背斜と共に發達して居ることは褶曲の時期及二回あると云ふ説に

あることが指摘されて居るからである。一見「洪積世」である様に見える段丘が實際には亞現世であると云ふことも考へられ、その場合には五十萬年乃至百萬年に達する全更新世の期間は三〇〇〇米に達する第三系の削剝に充分でもあらう。本書の他の部分(原著一二九頁)でのべた如く、削剝作用の速度は現在のものに比して速い必要はないのである。それ故バレンバン及ジャンビの第三紀層の丘陵

第13圖 南東部ジャンビの背斜の數例 (Tobler⁽¹¹⁾による)

1. テリサ層	2. 下部バレンバン層
3. 中部バレンバン層	4. 上部バレンバン層

對する充分な論據とはならない。却つてこの説の反證となり、又褶曲は平行褶曲であることを示して居る。これは二三のスケッチを作つて見れば容易に判る。シェールマン (Schürmann) は他の點から褶曲期が二回あると云ふことに反對して居る、即ち彼は精査の結果にもとづき、中部バレンバン層の褐炭層は背斜軸の中又は近くに於て薄くなつて居ない(若しもこれが既に褶曲した頂部に沈積したものとすれば薄くなつて居ることが豫期される)ことを指摘して居るのである。

九、鮮新世の褶曲山脈の削剝及海蝕による侵蝕

トブラーは此の問題を論ずるに當つて、侵蝕作用は地表の削剝作用即ち準平原化作用によつて行はれたと云ふ見地をとつて居る。ツキルチツキイ (Zwierzycki) は侵蝕作用の期間が短かすぎる(即ち上部第四紀には段丘が作られて居るから下部第四紀のみ)様であると云ふことから海蝕によるものである可能性ありと考へた。ツキルチツキイによれば海蝕作用は削剝作用よりも速かに進むと云ふが、この説は決定的ではない、と云ふのはボルネオの準平原化作用の際にのべた如く、地質現象の速度は東印度と北西部歐洲との間では大きな差の

は海蝕面の存在が明かなる迄は準平原であると考へて差支へないであらう。

参 考 文 献

1. R. D. M. VERBEEK : Topogr. fische en geologische beschrijving van Z. Sumatra. (Topographical and Geological description of S. Sumatra). Jaarb. Mynw. 1881, I. with atlas.
2. R. EVERWYN : Onderzoek naar kolen in de res. Palembang. (coal exploration in the residency of Palembang) Nat. T. N. I. XXI. 1890, p. 81—88.
3. A. TOBLER : Topogr. u. geol. Beschreibung der Petroleumgebiete bei Moeara Enim. (Topogr. and geol. description of the oilfields near Moeara Enim). T. Kon. Nederl. Aandr. Gen. (2). XXIII. 1906, p. 199—315.
4. A. TOBLER : Geologie van het Goemaigebirge. (Geology of the Goemai-mountains) Jaarb. Mynw. 1912. Verh. 1914, p. 6—86.
5. A. TOBLER : Verhandel. Geol. Mynb. Genootsch. Nederl. en Kol. Geol. Serie. VIII. 1925.
6. C. SCHMIDT : Bull. Soc. Géol. de France (4). I. 1901, p. 260—267.
7. E. HIRSCHI : Kontaktmet. Tertiärkohlen in S. Sumatra (Contact met. tertiary coalseams in S. Sumatra) T. K. N. A. G. 1916, p. 569—581.
8. E. HARTMANN : Geol. Rapport Lematang oeloe. (Geol. Report Lematang Oeloe) Jaarb. Mynw. 1918. Verh. II. 1921, p. 108—140.
9. F. MANNHARDT : Verslag Tandjoeng kolenvelden. (Report Tandjong coalfields) Jb. Mw. 1918. Verh. II. 1921, p. 67—107.
10. K. ZIEGLER : Verslag Kendi-Ringin kolenveld. (Report Kendi-Ringin coalfield) Jb. Mw. 1918. Verh. II. 1921, p. 141—189.
11. A. TOBLER : Korte beschrijving der petroleumterreinen gelegen in het zuidoostelyk deel der residentie Djambi. 1912. Baravia. (Short description of the oilfields, situated in the SE part of the residency of Djambi)
12. Korte beschrijving van het petroleumgebied van Midden Noordwest en Noord Beneden Djambi. (Short description of the oilfield of Middle, NW and North Lower Djambi). Jb. Mynw. 45. 1916. Verh. II. 1918, p. 141—206.
13. A. TOBLER : Djambi-verslag. (Djambi-report). Jaarb. Mynw. 1919. Verh. II. 1924.
14. H. SCHÜRMANN : Over de neogene geosynclinal van Z. Sumatra. (On the neogene geosyncline of S. Sumatra). De Myn ingenieur. III. 1922, p. 67—69, 77—81.
15. J. ZWIERSZYCKI : Zyn de Indische petroleumterreinen, in het byzonder die op Sumatra, penepains of abrasievlakken? (Are the East Indian oilfields, especially those of Sumatra, penepains or abrasion surface?) De Myningenieur. I. 1920, p. 3—5.

第四章 中部及北部スマトラの第三系

前章迄でバレンバン、ジャンビ、ランボン(僅少な地域のみが第三系で占められて居る)、ベンクレーン及バダン高地の第三系について述べた。本章ではスマトラの第三系分布地方中充分に地質調査を行はれた他の地方、即ちランカット(Langkut)よりコタ・ラジャ(Kota Radja)に至る地方についてのべる。又他の部分即ちインドラギリ(Indragiri)シマク(Siak)・タペリ(Tapanoei)及西部アチエ(Achie)のまだ知識の不十分な地方のものについても取扱ふこととする。

一、タペリの第三系

フェネマはフェルベークの調査した地域の北を調査したがこの調査は豫察的なものである。これによつて若干の「始新統」が北方シボルガ(Sibolga)の方面迄追跡された(第六圖)。その内 e_1 及 e_2 階(角礫岩及砂岩階)が古第三紀に属することは正しいと思はれる。しかし乍ら中央山脈の他の側即ちロカン(Rokan)及カンバル(Kampar)地方でフェネマによつて e_3 階(マール階)として記述されたものは明かに新第三紀である。フェネマの發表した若干の断面圖を見るとタペリの始新統は非常に平な層位をもつて居る。唯アンコラ(Adkola)谷にある浮石質凝灰岩及亞炭を含む地層は地質圖には示されて居らず、フェネマはこれを新第三系として居るが、この地層は水平距離約一〇〇〇米以上に亘り殆んど直立して居る。この層はタペリの第三系中で從來豫期されなかつた事實に出會すかも知れないと云ふ徴候である如くである。フェネマの調査の一部はネエブ(Neeb)により、又後にはフォン・スタイゲル(von Steiger)によつて再調査された。残された部分、例へばシボルガの南東部は百萬分の一の新しい地質圖にフェネマの調査がそのまま寫されてあり、この地方に對する新しい研究が望ましい。

二、インドラギリ(Indragiri)・カンバル(Kampar)・シマク(Siak)及ロカン(Rokan)地方の第三系

ネエブ⁽³⁾は今世紀の始めにバンキナン(Bankiang)地方で錫鑛の調査を行つた。其後同地方の地質圖を發表した。この調査は第三系の層序及構造に關しては僅のデータを提供したに過ぎない。その斷片的な事實をあげれば始新世の石英砂岩層と從來 e_3 とされてゐた中新世のマール層との間の區別を認めたことと、マール層は時に安山岩質の角礫岩によつておほはれて居ることを見出したことである。全第三系が僅か六行で片付けられて居り、それ以外には何等特筆すべきことはない。ブラウワー(Brouwer)⁽³⁾も又バンキナン地方を調査した。彼は古第三紀の石英砂岩と先第三紀との間の見事な不整合を示した圖を發表した。從來東印度に於て不整合の露頭の發見され

第15圖 急斜せる先第三紀の片岩が殆んど水平の古第三紀の砂岩及礫岩に不整合に覆はれて居る状態、バトウ・シアラン (Batoe Sialang) の上流のカンバル・カナン (Kampar Kanan) 河の右岸 (Brouwer による)

地方にも又良質の石炭層がある。中部スマトラでは古第三系が南部スマトラよりも多く發達して居ると云ひ得る。これはフォン・スタイゲル (von Steiger) の中部スマトラ東部のクワンタン及ロカン地方を含み、北東をパヤコンボ (Pajacombo) からスマトラの軸の方向の線で限られた廣い地帯に關する立派な調査によつて確められて居る (第十五圖、原著第一一〇圖)。パヤコンボの北では山岳地帯の大部分が古第三系によつて占められて居て、石英に富んで居る爲に侵蝕に對する抵抗力が強い。これ等は同じく山脈の東の山麓にもあり、又フォアランドにも若干の産地がある。その最大の厚さは少くとも一〇〇〇米であつて恐らくもつと厚いものと思はれる。フォン・スタイゲルは次の二つの帯を區別した。

- (一) 下部角礫岩階、角礫岩、礫岩、赤色を帯びた粘土頁岩、石英砂岩及無化石の石灰岩の薄層より成る。
- (二) 上部層。下部に比して岩質が均一 (砂岩階)、主として石英砂岩より成る。

たものはないから、この繪をここに再掲することとする (第十四圖、原著第一〇九圖)。ブラウワーによつて記された重要な事實は古第三紀の砂岩層は新第三紀のマール層に漸移すると云ふことである。テッシュ (Teach) はブラウワーにより採集された僅少の化石を記載しその時代を上部中新乃至鮮新世とした。ブラウワーによれば第三系は弱く褶曲して居ると云ふ。ヒルシイ (Hirsch) はカンバル河附近の第三系について記して居る。彼はサティラン山 (G. Satiang) より上流にある礫山岩 (石灰岩礫を伴ふ)、砂岩、粘土頁岩より成り石炭層を挾在する古第三紀層を伴つた小盆地を調査した。本層は概して緩かに傾斜し、唯「古い核」の附近では第三紀層が急傾斜して上昇し、強く褶曲して居る古第三紀と推定される良質の石炭がカンバル河とジャンピとの間の地帯にあることは以前から知られて居た。この石炭の開發はクワンタン (Kuantan) 河の南の支流のチェナコ河 (S. Tjauko) で試みられた。ティガブル山脈の北にあるレー河 (Retch) の

第15圖 中部スマトラ東部の地質圖 (von Steider^のによる)

1. 粘土質砂——凝灰岩累層	2. マール層	3. 先第三系
4. 噴出岩	5. 粘土累層	6. 古第三系
		7. 花崗岩

兩層共に石炭を含み、化石は殆んど見出されない。僅の植物化石、*Corbula* 及魚の齒の化石によつて沈積が淡水又は半淡水鹹水下で行はれたことを示して居る。先第三紀層と角礫岩階との間には概して明かなる不整合があり、古第三紀層の中には不整合の徴候はない。古第三系の最上部の砂岩階はマール帯によつて覆はれその境界は判つきりして居る。古第三系の存在は地形的にも判りして居ることが多く、其處は凹凸の多い地形を呈して居る。

フォン・スタイゲルは中部スマトラの下部第三紀に關する知識を進めたが更に又新第三系の層序についても光明を投げ與へた。彼の調査結果によつて我々は南部及北部スマトラの新第三系の岩相を比較することが出来る。彼は古第三系及新第三系間の不整合に關するブラウワーの觀察を確めたが、トブラーの南部スマトラのこの問題に關する見解は變更した。中部スマトラに於ては新第三系は一二〇〇乃至二〇〇〇米の厚さのある「マール層」によつて始まり、其の基底には二ヶ所程 *Lepidocyclus* 石灰岩がある。この「マール層」は次の理由によりグーマイ——テリサ層に對比されるところ。

(一) 層序的位置——古第三紀層を直接に覆ふ點が同じである。

(二) グーマイ層と同じく基底に *Lepidocyclus* 石灰岩がある。

(三) マール層もグーマイ層も共に多くの *Globigerina* を含んで居る。(マール層は又軟體動物も含んで居るが)

(四) グーマイ層とマール層とは共にマールより成りマール質の石灰岩の帯を有する。

フォン・スタイゲルは「マール層」の中を次の如く區分した(上部より)。

ヌルヌルした黒色、褐色又は灰色粘土頁岩、灰色マール質粘土及青灰色粘土頁岩(コンクリーションを有す)。

淡灰色乃至黄色の成層した硬質マール(緻密な部分的に珪化せる石灰岩層を有す)。

マール質砂岩、時に其底部に海綠石を含むマールあり。其底には所々に *Lepidocyclina* 石灰岩あり。

マール層はマールの少い恐らくは南スマトラに於ける下部バレンバン層と同時代と思はれる層に移化する。この層はバレンバン層に比べて化石が多い。ブラウワー⁽³⁾によつて多くの標本が採集され、テツシュ⁽⁴⁾によつて中新——鮮新世に屬すとされた。同一產地からの他の採集品がツキルチックキ⁽⁵⁾によつて研究され、これを鮮新世とした。粘土累層の下部は比較的マール質であり殆んど完全に化石から成つて居る石灰岩層を挟んで居る。此等は頁岩及砂質頁岩によつて覆はれ、その上に砂質粘土及粘土砂岩が来るもので全地層は化石に富んで居る。上部からは植物化石及樹脂が出る。粘土層の中には時々凝灰岩の薄層がある。粘土層の色はマール層の灰色なのに比べて青色又は青綠色である。下部バレンバン層の特徴ある色も青色であることは興味がある。粘土層の中に唯一層だけ厚さ三〇乃至四〇厘の褐炭層が発見されて居る。本層の全層厚は少くとも一〇〇米以上で恐らく一四〇〇米位あるらしい。粘土砂累層の上にある新第三系の第三の地層は厚さ六〇〇乃至一四〇〇米の凝灰岩及砂より成り、カンパル・キリ(Kampar Kiri)の南方にのみ分布して居る。北方に位するフォアランドの中では此等の最も若い新第三系は第四系によつて覆はれて居る様である(第一五圖)。フォン・スタイゲルによるとこの凝灰岩累層はラグーンの沈積物又は淺海の沈積物であると云ふ。褐炭層が本層中にある。この層は中部及上部バレンバン層に對比される様である。

第三系は著しい不整合によつて中部スマトラ東部の平地に發達する河成第四紀層から分たれて居る。フォン・スタイゲルは彼が山岳地方で發見した若干の噴出岩を若い第三紀とした。この見解は南部スマトラの噴出岩についての通例の考とは異つて居る。

粘土累層はスマトラの中央部まで知られて居る。即ち「下部バレンバン層」のよく發達した一向斜がバヤコンボ(Pajacombon)の北五〇軒の所で發見されて居る(第一五圖)。中部スマトラの新第三系沈積岩の岩石學的組成は殆んど知られて居らず、此等の成因は素

第16圖 中部スマトラ東部の地質断面圖 (von Steiger⁽⁶⁾による)

1. 先第三系	2. 古第三系	3. マール累層	4. 粘土累層
5. 粘土質砂—凝灰岩累層	6. 第四系		

問である。このことはジャンビの新第三系についても同様である。中部スマトラの新第三系の種々の相の順序はジャンビに於けるものと同様である。即ち古第三紀の砂岩の沈積後、地向斜地帯は速かに沈降し、深海沈積物のマール累層が沈積し、粘土累層では沈積物は漸次浅海性(Littoral)となり、凝灰岩累層の時代には沈積が沈降を凌駕し、この大盆地は完全に埋めつくされたのである。フォン・スタイゲルの論文には多くの断面圖を伴つて居るがトブラーのジャンビ地方のものを程信頼出来ない。彼の地質調査の程度はジャンビの場合程精密ではないのであるから、これはフォン・スタイゲルを非難すべきものではない。彼の断面圖と地質圖とを比べると断面圖が曖昧なものであることが容易に判る。第三系が全體として造山運動を受け、造山力が鮮新世又はその後、最も活潑であつたことは確に判る。又フオアランドに於ける山脈は準平原化作用を受けて居る。第十六圖(原著第一一圖)再掲した断面圖四つはこれ等のことを示して居る。

三、ロカン河とトバ湖の間の第三系

本地域の第三系については不完全にしか知られて居ない。第六圖の地質概圖を見るとトバ湖の南のバルムン(Burmoen)河の附近の廣い地域に第三系のあることが判る。ここで古第三系と新第三系とが區別されて居る。この圖は百萬分の一の東印度地質圖の圖幅第一から寫したものである。ツェルツキイ⁽²⁵⁾の説明書によるとバルムン地方の地質分布はロカン地方のデータの外挿法により、其他はその由來したデータが判きりして居ない。つまり實際の所はこのスマトラの軸の方向に一〇〇軒、そして直角の方向に六〇軒に互る地域は判つて居ないわけである。トバ湖の南部の東にあるクワルウ(Kualoe)河の地方では始新世の夾炭砂岩がフォルツ⁽²⁶⁾によつて知られて居る。これは三疊紀層を不整合に覆つて居る。トバ湖の南及東ではクライン(Klein⁽²⁷⁾)とイー

ストン (Easton)⁽²⁾ とが古第三紀に屬するらしい砂岩累層を見出して居る。クラインの記載は詳細に互つて居るがそれによると砂岩は厚さは一〇〇〇米以下で弱く褶曲して居ると云ふ。

四、シボルガとタバ・トゥアンとの間の第三系

百萬分の一の地質圖⁽²⁾をみるとシボルガ (Singga) の北に廣大な第三系地域が示されてある。ここでは古第三系は内陸にあり、新第三系は海岸地方に限られて居る (第六圖)。この第三系は二〇〇軒以上の距離に互り見出され、途中全然判らない地域があつて中斷されて居るがタバ・トゥアン (Tapa Toean) の附近迄達して居る。この地質圖幅の説明書に引用されて居るデータは僅少なものである。夾炭砂岩累層がシボルガの周圍にあることはファン・ディク (van Dijk)⁽²⁾ の調査以來知られて居る。此の方に行くと雑色の粘土頁岩、雲母石英砂岩、礫岩及角礫岩が見出され、又、以前にはレナウ (Renau) はタバ・トゥアンの附近で三〇乃至七五度の傾斜をもつた夾炭砂岩累層を記して居る。

フォルトツ⁽²⁾によつてシンパン・キリ (Simpang Kiri) の地方の若い第三系と石油の存在について不確實ではあるが若干のデータもたらされそこからホルスト・ペラカン (Holst Pellakan) は *Lepidocyclina* を含む岩石を採集したが産地については正確に記して居ない。この地方については以上で盡きる。バルムン地方と合して長三〇〇軒、幅二〇軒に達し、シボルガの南七〇軒からタバ・トゥアンに達する第三紀層はスマトラに於て最も判つて居ない第三系地帯であつて、調査の第一歩がまだ殘されて居るのである。

五、デリー及トバ湖の北西の第三系

トバ湖の東には第三系は發見されて居ない。又バレンバンからクワルウ河を経て北西ランカット (Langkat) 及東部アチエ迄の廣い第三系が一六〇軒の距離に互り中斷されて居ることは明である。スマトラの南端部即ちランボン州に於けると同じく、バタク (Batuk) 丘陵の古い累層は石英粗面岩質又は安山岩質の更新世の凝灰岩によつて完全に被覆されて居る。新第三系又は古第三系は地質概圖 (第六圖) に示すには小さすぎる位な大きさで僅かの地域に凝灰岩の被覆層下にあらはれて居る。古第三系についてはここから新しい要素があらはれて居て興味がある。即ちこの礫岩か砂岩は褐色の粘土頁岩に伴はれて居て、その粘土頁岩は北部スマトラに於ては廣い地域に發達する様になる。

フォルトツ⁽²⁾はトバ湖の北西の古第三系について多少記して居る。この通常の褐色礫岩、砂岩及頁岩狀マールの厚さは一〇〇〇米以上と

第17圖 バタク (Batak) 丘陵の一部の地質概圖 (Volz による)

云はれて居る。しかし乍ら彼の報告は非常に貧弱なものであつて、その不充
分な觀察にもとづく彼の解釋をここに
再録するのは全く警告的な意味に他な
らない(第一七圖、原著第一二二圖)。
このデータの少い地方で彼は妙な方向
の、又方向の突然曲つて居る多くの斷
層を引いて居る。此等の生成は上部第
三紀又は第三紀後と考へられて居る。
彼はこのバタク地方の地質圖で一九〇
九年には多くの斷層を示して居るのに
反し、同じ著者によつて一九一二年に
出版された隣接せるガヨ(Gajo)地
方の地質圖には全然斷層が示されて居
らず、この兩地質圖は二人の別の著者
によつて、異つた時期に、全く異なつ

た地質學の見方から編纂されたものの如くに見える。
六、ランカットとコタ・ラジャとの間の第三系

先づ北スマトラの地質學的知識の進歩、それは主として一九一〇年以後のものであるについて述べることにしたい。一九一〇年には
ヒルセイ (Hirsch) の北スマトラに関する論文が出版された。彼は彼の得た層序學上の結果をトブラーの南部スマトラで得た結果と
連關せしむるべく試みた。第三系の基底には暗色の砂岩、瀝青質のマール質粘土、小型の Nummites を含む海縁石砂岩及スレート

狀の暗色粘土頁岩が發見され、ヒルシイは此等の地層を始新世とすべきか、或はグーマイ層に對比すべきかを疑つた。この層は雲母に富む砂岩と粘土により、又非常に厚い、コンクリーションの多い粘土マール（ヒルシイによつて彼が相は異つては居るが下部バレンバン層に對比した爪哇及マゾラの「中新世」マールに比較された）によつておほはれて居る。更に上部には彼が鮮新世とした海成粘土及砂岩よりなり化石に富み、北部スマトラの含油層を含む地層がある。此の層はヒルシイによつて、褐炭が北部スマトラには缺けて居るか又は非常に少ないが、中部バレンバン層に對比された。其後の調査者はヒルシイの層序を用ひたが個々の地層の時代についての意見は種々異つて居る。一九二二年に北部スマトラの一部の地質圖がフォルツによつて發表された。この地質圖から多くのデータが百萬分の一の圖幅に採用されたが、多くの點がツキルチッキイによつて變更を加へられた。しかし乍ら、尙多くの點が變更されるべく殘されて居る、例へばタフェルネ (Tavene) ⁽¹⁸⁾ によつてガヨ地方 (Gayo) ⁽¹⁹⁾ に関する最近の報告で明かにされた如くである。この報告は外挿法によるデータを僅しか含まぬ地質圖がついて居り、又次の如く記されて居る。

「フォルツの北部スマトラ其の二とされた地質圖では全地域が色彩がぬられて居るが、その地域の地層は完全に間違つて表現されて居る」(16、一六二頁)

實際この二つの地質圖の差異は驚くべきものである。フォルツが新第三系とした東海岸から比較的遠い地方では地層は古第三系及接觸變質を受けた先第三系があらはれて居る。先第三系はフォルツが古期安山岩としたバンダハラ (Bandahara) 山脈で三〇〇〇米以上の所に發見され、又この山脈の北西の廣い地方ではこの反對である。北スマトラの第三系の論議をするに當つてフォルツの書が細い用に立たぬことは明かである。第六圖の地質概圖にはタフェルネによつて提供された全ての細部のことを含んでは居ない、と云ふのはもしその様にすれば地質圖が曖昧なものとなるからである。事實はタフェルネの解釋よりもつと複雑なものらしく、尙多くの研究が本地方の概念をつかむ爲には必要であらう。

一九一三年にアチエの地質調査が開始され、その結果は立派な地質圖と斷面圖とを伴つた三つの報告として出版された (アチエI報告、一九一八年・エト・フリン、アチエII東部、一九二二年・ツキルチッキイ、アチエIII西部、一九二二年)。更にオッペノールト (Oppenorth) とツキルチッキイは本地域の地形學的及構造地質學的問題を論じた概觀を發表した⁽²⁰⁾。タフェルネのガヨ地方の報告もこの一組に多少關係があり、それはファン・ロハイゼン (van Lohuyzen) ⁽²¹⁾ によつてランカットの一部の地質報告として完成された。此

等のすべての報告について完全にのべることは不可能であり、且 unnecessary である、が一九一八年のものは次の種々の點から見て最も重要である。

第18圖 アチェ I 地域一部の断面圖 (Oppenoortk-Zwierzyeki⁽¹⁷⁾による)

第19圖 アチェ I 地域の第三系の變化 (Oppenoortk-Zwierzyeki⁽¹⁷⁾による)

(一) 第三系の層序を取扱つて居る點

(二) 第三系の種々の地層が最も完全に揃つて居る地方についての記述を含んで居る點

(三) 他の報告に比して若い時代の地史についての一般の問題に關係して居る點

一九一八年の報告については後節で詳しくのべるが、其後の研究については次の如き一般的な結果が要約される。

(一) 第三系はデリーの凝灰岩地帯の境界からコタ・ラジャに至る海岸地方によく發達し、その厚さは相當なものであるが局部的に變化して居る。

(二) 本地方の第三紀地質構造の主要なる特徴は海岸地方では小さな振幅の、又内陸部では大振幅の通常な褶曲があることである。従つて若い地層は海岸地方によく發達し、古い地層は内陸にある。ジャンピヤパレンパンの廣大な新第三系地方に比してこの褶曲は多くの斷層を伴ひ、特にアチエⅡ地域では斷層は極めて普通である(第二〇圖—第二一圖、原著第一一五—一一六圖)。

(三) 北東部スマトラでは岩相——例へば新第三系の——は比較的一定して居らず、アチエⅠに於てつくられた層序の主要部分のみがアチエⅡ、アチエⅢ及ランカットに適用されるに過ぎない。又アチエⅠの中でもその内に岩相の大きな變化がある。

(四) 新第三系は内陸部分には分布せず、古第三系は地溝又はそれに關聯した構造の所にのみ保存されて居るらしい。

(五) ランカットに於ける第三系の幅はデリー(Delhi)の南のものよりもずつと狭いが、更に北西に狭くなり、コタ・ラジャの附近では殆んど無視し得る位になる。例へばサマロンガ(Samalanga)の南では最古の古第三系及新第三系を有する強く褶曲した背斜の核が海岸から一〇軒以内の距離の所に發見されて居る。

七、東部アチエの第三系層序

アチエⅠの調査結果を要約すれば次の如き層序が得られる。⁽¹⁷⁾

先第三系と第三系との間にはよく發達した不整合があり、岩石も又完全に異つて居る。この古及新第三系の岩石は互によく似て居て、中部及南部スマトラに於て古第三紀の砂岩層と下部新第三紀のマール層との間に著しい變化のあるのは異つて居る。古第三系の基底には海浸層の特徴をもつた碎屑岩の累層があり、五〇〇米以上の厚さを持つた雲母に富む石英角礫岩がある。この層は「雲母石英角礫岩層」として知られて居る。本層からは石炭の薄層と鑑定不能の化石が發見された。南スマトラに比較して、石灰岩礫の存在はこ

第20圖 アチェ I 地域一部の地質圖 (Oppencorth-Zwierzycki⁽¹⁷⁾による)

第21圖 クアラ・シンパン (Koeala Simpang) 附近地質圖 ('tHoen⁽¹⁸⁾による)

の地方の下部古第三系が海成層であることを示して居る。この點に關してトブラー⁽⁸⁾がヒルシイによつて採集された石灰岩中から *Ortho-phragmina* を記載したことは注意される。スマトラにはこの化石は今まで他に知られて居ない。

雲母石草角礫岩は雲母質砂岩層によつておほはれて居る。これは前者の上に更に海浸したものである。グレ・バトゥケーバー (*Grè Bateé Keuhou*) では、この帯が二七六五米の高さ迄達して居る。これはスマトラの第三系中に於ける最高の記録であり、東印度全體としては僅にニュー・ギニアにこれと同等、又は僅に凌駕するものがあるにすぎない。この層の基底には *Nummulites* 及 *Operculina* を含む石灰岩がある。普通の沈積物の間に挾つて局部的に安山質、輝綠岩質又は玢岩質の凝灰砂岩があり、又眞の鹽基性の熔岩も沈積物中に見出されて居る。スマトラの他の部分では古第三系中には噴出岩は一般に見られないことであつて、これは著しい特徴である。⁽¹⁷⁾

雲母砂岩層の厚さは四〇〇米とされて居る、しかし縦斷面に於ては少くとも二〇〇〇米の厚さの地層が現されて居ることを注意する。⁽¹⁷⁾ この砂質の「雲母砂岩層」の上部はもつと粘土質の累層に移化し、黑色泥岩層となる。この泥岩層は中部及南部スマトラでは知られて居らず、デリーの凝灰岩臺地の下から現れ始める様である。この層の厚さは一〇〇米乃至一〇〇〇米で、その基底は *Nummulites* ばかりでなく既に *Lepidocyclina* を含んで居ることは著しい。古第三系の最後の區分であるペヌリン (*Pennoelin*) 層は砂質の層で厚さは五〇〇—八〇〇米で、石灰質砂岩、海綠石砂岩、砂岩及 *Orbulina* マールから出來て居る。

古第三系の上限は稍不明である。南スマトラの古第三系と岩質が似て居り、*Orthophragmina* を含む下の二つの層が古第三紀であることは疑ない、*Nummulites* 及 *Lepidocyclina* を含む石灰岩層のある部分の「黑色泥岩」も同じく古第三紀であるが、この層は古第三紀の上部と考へた方がよい、と云ふのは例へば「黑色泥岩」は南バレンバン地方のグーマイ層の下部によく似て居るからである。北東部アチエに於ては古第三系は新第三系に漸移するものの如くであるから兩者の境界をきめることは困難であり、又餘り重要なことではない。アチエを調査した地質技師達によればペヌリン層の終りには沈積の缺除があり、新第三系と古い岩層との間の不整合を示すと云ふ。この問題は後に論議されるであらうが、古第三系と新第三系との間の層序上の限界にも、又アチエの斷面圖の中にも、この不整合の實在を支持する如き事實がないと云ふことは云へる。これ等の斷面圖の一つは第一八圖 (原著第一一三圖) に示した。

アチエの地域では新第三系はヒルシイ⁽¹⁸⁾によつて「粘土マール層群」と云はれ、其後の地質技師によつて「境界粘土」(*"grensklei"*) と云はれた厚い階で始まつて居る。この層は非常に厚くアチエに於ては三つの亞階に分けられて居る。基底部にあるのは狹義の「境

界粘土」でその下部には小型の *Lapidozylina* を含み、粘土及マール質岩石から出来て居て、一定の層準に多くの *Orbulina* を含む。マールの間には凝灰砂岩があり、この層は厚い石灰質マールのバンク (bank) で始つて居る。厚さは約六五〇米ある。この層の性質が少くとも海浸の状態を示して居ないと云ふことは指摘する必要がある。次に「中間砂岩層」がある。これは砂岩及細粒の礫岩から出来て居て、その碎屑物は一部は古い山脈から来たものであり、他の一部は凝灰源のものである。時々見出される植物化石、褐炭の薄層及化石樹脂によつて沈積が陸地に近い所で行はれたのであらうことを示して居る。一方に於て多くの小型有孔蟲(例へば *Glothierina*) は眞の海成相であることを示して居る。この層の厚さはアチエーでは〇—八〇〇米である。「境界粘土」の最上部は *Robulina* 粘土であつて、多數の *Robulina* を含む粘土マールの累層で〇—七〇〇米の厚さを有す。「境界粘土」の沈積は、中間砂岩の一部は例外であるかも知れないが、主として可なり深い海中に堆積したものであるが、上部の新第三紀層はもつと浅い海に沈積したものであるに違ひない。このヒルシイの「鮮新層」とした化石に富む累層は其後の調査者によつて四つの淺海性 (neritic) の階に分けられた。その基底には數へ切れぬ程の *Rotalia* によつて特徴づけられる *Rotalia* 帯があつて、これからは又約六〇〇〇に達する更に高等の動物化石を産して居る。此の階は角閃石、斜長石、石英及浮石を伴つた凝灰質砂岩より成り、厚さは四〇〇乃至一六〇〇米である。*Rotalia* 帯の上にある化石を殆んど含まぬ凝灰礫岩は若い第四紀の安山岩質集塊岩と岩石學的には區別することが難しい岩石から出来て居り、その厚さは二〇〇—五〇〇米ある。その上には三五〇—一八〇〇米の厚さの凝灰岩及砂岩から出来て居る「主化石層」がある。この累層からは約八〇〇〇の化石が採集され、*Rotalia* 帯の化石と共にマルチンによつて記載された。この化石に富む新第三系は局部的に發達した *Operculina* 帯で終つて居る。これは細粒及粗粒の碎屑岩から出来て居る。

その上にあるのは化石に乏しい又は無化石の最大の厚さ二種位で一三一—一五兆の水分を含む多くの褐炭層によつて特徴づけられた「含褐炭層」と凝灰砂岩の帯の二階である。厚さ二〇〇—二四〇米の褐炭層は主として又は全部凝灰質物質から出来て居る。この凝灰砂岩が古第三紀の雲母石英角礫岩の圓磨された破片を含むことは著しいことである。

八、東部アチエの第三系の厚さ及相の變化

アチエーの新第三系については次の二つの事實が著しい。

(一) 沈積物が著しく厚いこと、

(二) 僅に一〇〇軒の間の地域で相の變化が激しく、厚さ一〇〇〇米の地層が完全に尖滅するに至ること。

このことは次の第三系層序の表でよく判る。(上部より)

凝灰砂岩	二〇〇—四〇〇米	境界粘土(狹義)	六五〇—六五〇米
褐炭帯	二〇〇—四二〇米(又はそれ以上)	(新第三系の最大の厚)	六八七〇米
<i>Opreulina</i> 帯	〇—二〇〇米	ベヌリン層	五〇〇—八〇〇米
主化石帯	三五〇—一八〇〇米	黑色泥岩	一〇〇—一〇〇〇米
凝灰礫岩帯	二〇〇—五〇〇米	雲母質砂岩	四〇〇—四〇〇米
<i>Rotalia</i> 帯	四〇〇—一六〇〇米	雲母石英角礫岩	五〇〇—五〇〇米
<i>Robulina</i>	〇—七〇〇米	(古第三系の最大の厚)	二七〇〇米
中間砂岩	〇—八〇〇米		

この數字は報文中に見出される地層區分の最大の厚さであつて、アチエーの報告に付いて居る表を見ると新第三系だけで一一三八〇米と云ふ厚さを示して居る。

相の變化は南北に方向を定めた地帯の中の西から東への相の變化を示した圖表で見るとよく判る。この表はアチエーの報告から稍簡單にして再録した(第一九圖、原著第一一四圖)。地層の急な尖滅と、多くの斷層によつて複雑にされた褶曲構造にはアチエーの地域の一部の地質の概圖に明かに示されて居る(第二〇圖、原著第一一五圖)。相の變化はアチエー地域から更に東か西に續いて居る、それは古第三系中では新第三系中程著しくない。古第三系はどこまでも雲母石英礫岩、雲母質砂岩、及黑色泥岩から出來て居る。エト・フーンによつて記載された東部地域(アチエー)では新第三系中に四つの層が區別されて居る。即ち境界粘土、クタバン(*Keutapan*)層、スルラ(*Seuloa*)層及ジュラ・ラユウ(*Jura Rajau*)層であつて、それはそれぞれ境界粘土、ロタリア帶、主化石帶及褐炭帶に對比される。しかし化石に乏しいこと、火山性物質の缺除又は僅少なこと及厚さが薄いことはアチエーに比してこのクラ・シンパン(*Kocala Simpang*)の層序を簡單ならしめて居る(第二二圖及二三圖、原著第一一六圖及一一七圖)。これは明かに次の事實を示して居る。

第22圖 クアラ・シンパン附近の断面圖 ('tHoen⁽¹⁵⁾による)

(一) アチエーと同じく褶曲と断層の組合せがアチエーの主要構造である。

(二) 断面圖の中には新及古第三系間に不整合のあることを現して居ない。

説明書の中でも同じく境界粘土が海浸の性質を具へて居る様には書かれてない。境界粘土の下部には石灰岩礫が時々ある。この礫は基底にのみ限られて居るのではなく、基底から約三〇〇米の所までの種々の位置にある。他の場合には黑色泥岩から境界粘土への移り變りは漸移的である。

「他の地方では……黑色泥岩より境界粘土への遷移は一般に認められない程である」(エト・フーン、一九二二年、一八四頁)

スマトラの北東端(アチエー)に發達せる新第三系はランカット地方のものよりもつと不完全である。ここでは境界粘土及上部新第三系は頻海性(Mitorn)の性質をもつて居り、その厚さは薄くなつて居る。又一般には最上部新第三系は全然發達して居ないと云はれて居る。従つて陸地の状態への變化及恐らくは若い褶曲の時期も、この地方では東方及南方よりも先に來たものらしい。フォルトはアチエーの若い第三紀に僅に断層運動を受けた状態を假定したが、最近の研究の結果は構造の状態は原則的にはアチエー及アチエーIのものゝ異つて居ないことを示して居る。

九、西部及中部アチエーの第三系

以上でバダン高地より始めてランボン地方に行き、更に北に戻つて東岸をコタ・ラジャ、ナタール(Natal)及タバ・トワンに至る殆んどすべての第三系が取扱はれた。次に中部及西部アチエーの第三系についてのべる。

地質概圖(第六圖)を見ると、西海岸の北部に長徑五〇軒、短徑(最大)一〇軒の橢圓形の第三系地帯がある。この帯は僅に中断され、その廣さを増して南方トリバ河の方向につづいて居る。その北部は完全に古第三紀の岩石から出來て居り、中央山脈に沿うた一帯をつくつて居る。此の地方の新第三系は不充分にしか知られて居ないが、大體に於て泥岩、礫岩砂岩及褐炭から出來て居て、弱く褶曲し、一般に海に向つて僅に傾斜して居る。兎に角此の「ムラボ」(Meraboh)盆地の第三系」は非常に不完全にしか判つて居ないのだ。

アチエー州の内陸には四つの大きな第三紀層の群と、多くのより小さな群とがある。最大の地域はジャンボ・アエ

(Jumbo Aje) 河の水源の附近で、ここでは第三系が海拔の高い所にある。他の場所はアチエ州南西部のトリバ (Tiriba) 河の上流とシンバン・キリ (Simpang Kiri) 河の上流が中流にある。此等の地層は不完全に知られて居る。主として礫岩、石英砂岩 (時に石炭を夾んで居る) 及泥岩より成り、ジャンボ・アエ盆地では凝灰砂岩を挟み、ウアイ・トリバ (Wai Tiriba) の上流地域では牡蠣其他の化石を産し、その一部が海成層であることを示して居る。フォルツは此の第三系が一部は古第三紀であり、一部が新第三紀であると推定し、ジャンボ・アエ盆地の廣大な地層を凝灰砂岩の存在の故をもつて新第三紀に入れた。其後アチエを調査した地質家は中部アチエの第三系を全部古第三紀としたが新第三系が全然ないと云ふことは證明されて居ない。石炭を有する石英砂岩と硬い暗色の泥岩が古第三紀であらうことは充分にうなづけるけれども、新第三系が全然無いと云ふこと、例へば凝灰砂岩を有する地層が古第三紀であることは確でない。地質時代に關する全問題が全く皮相的に取扱はれて居たと云ふことはこの一つの場合でも明かになし得ない。ツキルチキイは上部トリバ層が海成始新統に屬することは次の理由で考へた。

「此等の地層はフォルツ (第二卷、二七四頁) がトリバ川から蝦を含む地層を記載し、筆者が牡蠣、帆立貝、其他の海棲動物化石を發見した事實によつて示される様に一つの孤立した盆地に堆積したものではない」(ツキルチキイ三六七頁)

更にツキルチキイは上部ジャンボ・アエの岩層が (フォルツは此を新第三紀としたが) 上部トリバの岩層に似て居ると云ふ事實から之を古第三紀とした。

「後者の古第三紀であることは化石によつて確められて居るから上部ジャンボ・アエ層に對しても同時代であると云へる」(ツキルチキイ三六頁)

従つてフォルツのトリバ地方の化石は、ここではトリバ層のみならず、ジャンボ・アエ層に對しても古第三紀であることを示すとされて居る。しかるにフォルツのウアイ・トリバの化石の記載を讀むと彼の知識は僅のものであることが結論出来る。即ち

「私は數個所から地質時代を決定することの出来る化石を發見した。それは概して貝の型がはつきりして居ないから容易に同定することは出来ないが、確に白堊紀と第三紀との中間を示すものであると云へる」(二七三頁)

「その中から私は屢々化石を發見し、それによつて兩層の時代を決めることが出来た。ザリガニの化石が可なり見出されるからパダシ高地の始新——白堊系と關係があることを見出す。私は既に前に採集化石の全部が上部白堊紀であると云ふ印象を與へると云ふこ

とを述べたのである」(二七四—二七五頁)

“A bon antedeur demi mot suffit” の事はフォルトが事實此等の化石について何も知らないことを明かに示して居るではないか。フォルトは蝦の化石のみを記して居て、その化石は今後の研究によつて有効なデータを生ずるまでは單に示相化石として役立つのに過ぎないのだ。しかし假にバダン高地の「クレプス層」(Krebschichten)と類似があるにしても、それは却つてこのトリバ層が古第三紀であることの反證となるのである。この「クレプス層」は、略又は「マール質始新統」であつて實は新第三紀に屬して居るのである。引用したフォルトのもう一つの文は化石の目も屬も勿論種も示して居たのであるから彼の意見を積極的に主張することは出来ない。東印度の第三紀動物群は假に良く同定された軟體動物化石群があつても、その他地質時代を決定することは非常に難しいものであることはよく知られたことである。近年のフチエを調査した地質家の意見は第三系は中部フチエにあるその一部のみであると云ふのであつて、これが北部スマトラの地史をもつて廣く考察する時の出發點である。地史は次章に於てスマトラの第三紀に關する知識を概括して述べることにしよう。

参考文献

1. R. FENNEMA: Topogr. on geol. beschrijving van het Noordelyk gedeelte van het Gouvernement Sumatra's Westkust. (Topogr. and Geol. deslern Coast of Sumatra.) Jaarb. Mynw. 1887. Ver. Ged. p. 129—252.
2. E. A. NEEB: Verslag omtrent het onderz. naar tinertsatf. in een gedeelte van Midden Sumatra. (Report on an investigation concerning the occurrence of tin-deposits in a part of Middle Sumatra.) Jb. Mw. 1902. p. 113—145.
3. H. A. BROUWER: Bydrage tot de geologie van Boven-Kampar en Rokanstreken. (Contribution to the Geology of Upper-Kampar and Rokan districts.) Jb. Mw. 1913. Verh. p. 130—170. 1915.
4. H. HIRSCHI: Geol. Reisekizze durch das aequatoriale Sumatra. (Geol. report on an expedition to aequatorial Sumatra.) Tydschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1915. p. 476—508.
5. H. G. VON STEIGER: Result. van geol. mynb. verkenningen in een gedeelte van Midden Sumatra. (Results of geological and mining explorations in a part of Middle Sumatra.) Jb. Mw. 1920. Verh. I. p. 87—200. 1922.
6. P. TESCH: vide BROUWER (3).
7. J. ZWIERSKY: Voorloopig onderzoek van fossielen, afkomstig van eenige vindplaatsen op Sumatra. (Preliminary report on fossils collected at some localities in Sumatra.) Jaarb. Mynw. 1913. Verh. 1915. p. 101—129.

8. J. ZWIERZYCKI: Geol. Overzichtskaat van den Nederl. O. Ind. Archipel. (General geol. map of the East Indian Archipelago) Sheet VII. Jb. Mw. 1919. Verh. I. 1922. p. 75—120.
9. W. VOLZ: Beitr. zur geol. Kenntn. von Nord-Sumatra. (Contr. to the Geol. knowledge of N. Sumatra) Zeitschr. Deutsch Geol. Ges. LI. 1899. p. 1—16.
10. N. WING EASTON: Een geol. verkenning in de Tobalanden. (Geol. exploration in the Tobal-district) Jb. Mw. 1894. Wet. Geol. p. 99—164.
11. W. KLEIN: De oostdever van het Toba-meer. (The east coast of the Toba Lake). Jb. Mw. 1917. Verh. I. p. 136—187.
12. P. VAN DYK: Zwartkolen in en naby de baai van Tapanoei. (Black coals in and near the bay of Tapanoei). Nat. Tijdschr. Ned. Indië. XXVI. 1894. p. 41—63.
13. W. VOLZ: Nord Sumatra. I. (Northern Sumatra. I.); Die Bataklander. 1909 (The Batak districts. 1909).
14. H. HIRSCH: Geogr. geol. Skizze des Nordandes von Sumatra. (Geogr. geol. sketch of the N. rand of N. Sumatra). Tydschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. (2) XXVII. 1910. p. 741—763.
15. W. VOLZ: Nord Sumatra. (Northern Sumatra) II. Die Tajo-lander (The Gajo districts) 1912.
16. N. TAVERNE: Bydrage tot de geologie van de Gajo-landen en aangrenzende gebieden. (Contribution to the Geology of the Gajo districts and neighbouring countries) Jb. Mw. 1921. Verh. I. p. 182—189, 1924.
17. Verslag over het onderzoek der tertiaire petroleumterreinen ter Noordkust van Atjeh (Atjeh I). (Report concerning the exploration of tertiary oilfields at the N. coast of Atjeh. (Atjeh I). Jaarb. Mijnw. 1917. Verh. I. 1918. p. 208—276.
18. C. T. HOEN: Verslag over het onderzoek der tertiaire petroleumterreinen ter Oostkust van Atjeh (Atjeh II). (Report concerning the investigation of tertiary oilfields at the E. coast of Atjeh (Atjeh II) Jb. Mw. 1919. Verh. I. 1922. p. 163—229.
19. J. ZWIERZYCKI: Verslag over een geol. verkenning van het jongtertiaire gebied van Nw. Atjeh (terrein Atjeh III). (Report concerning a geol. survey of the tertiary district of NW Atjeh (Atjeh III). Jb. Mw. 1919, Verh. I, 1922. p. 230—249.
20. W. OPPENHOORTH and J. ZWIERZYCKI: Geomorfologische en tektonische waarnemingen als bydrage tot verklaring van de landschapsvormen van Noord-Sumatra. (Geomorphological and tectonical observations, a contribution to the explanation of the land surface in N. Sumatra.) Jb. Mw. 1917. Verh. I, p. 276—311, 1918.
21. H. J. VAN LOHUITZEN: Verslag over het geol. onderz. van een gedeelte van het landschap Langkat. (Report on a geol. investigation in a part of the district of Langkat) Jb. Mw. 1922. Verh. I. p. 56—94. 1924.
22. A. TOHLER: Unsere paläontologische Kenntnisse von Sumatra. (Our palaeontological knowledge of Sumatra) Eclogae geologicae Helvetiae XVIII, 2. 1923.

第五章 スマトラの第三紀地史

一、スマトラの第三紀研究結果の要約

全スマトラに於て古第三系、少くとも其の基底部は明かに不整合の性質を帯び、即ち海浸層であることを知つたのである。即ち何處でも古第三紀の沈積物はスマトラの先第三紀岩の圓磨された礫から成つて居る礫岩で始つて居る。その他常に先第三系と古第三系との間には重要な不整合がある。上部古第三系になると岩相はより細粒となり、特に石英砂岩が廣く發達して居て、その中に屢々南部及中部スマトラに於ては重要な炭層を挟んで居る。現在迄に中部スマトラ及南部スマトラでは、古第三紀の海成層の存在は立證されてないが、北部スマトラでは古第三系の一部は海成相である、即ちアチエで發見された *Orthopyrgina* は明かにこの事實を示して居る。北及南部スマトラの間の岩相の對照は新第三紀迄つづいて居て、南部の岩石は常に北部のものに比べて「陸地性」の大きい傾向をもつて居る。

南部及中部スマトラでは古及新第三系の境界は海成層の最初の出現によつて示されて居る様にみえる。新第三系の最下部は粘土質乃至マール質のグーマイ——テリサ層によつて出來て居て、屢々その基底に *Leptodogmina* 石灰岩を含んで居る。新第三紀の始まりは地向斜の著しい沈降期と一致して居る。北部スマトラでは厚い粘土質地層が尙古第三紀に入れられて居る、即ちその基底に *Leptodogmina-Nummulites* 石灰岩が發見される「黑色泥岩」である。此の「黑色泥岩」はグーマイ層の最下部に對比せられ得る可能性は考慮され、その場合にはこれは最下部新第三系となる。

南部スマトラでは新第三系が古第三系を不整合におほふかどうかと云ふ點については不確である。中部スマトラに對しては近年の地質家は完全な整合を推定し、一方アチエに於ては兩者間に不整合の存在が推定されて居る。改めてこの問題に戻つて見ると、今や我々はその様な不整合の存在に對する反證を多數確めたことを指摘したい。即ち南東部アチエに於てエト・フーンは屢々古第三紀の「黑色泥岩」が漸次新第三紀の「境界粘土」に變つて居ることを見出して居る。アチエに於て新第三紀層の基底と考へられて居る「境界粘土」が褶曲期の後に堆積した地層である性質を具へて居る所はどこにもない。又アチエの第三系を切る斷面圖に於て、どこにも兩者間の不

整合の徴候は見出されない。

新第三系の基底部即ち南部及中部スマトラに於けるグーマイ——テリサ層、北部スマトラに於ける境界粘土及恐らくは黑色泥岩の一部は深い静かな海に堆積した性質を具へて居る。それ等は第三紀のスマトラ地向斜の最も深く、なつた時期に形成されたものである。此の頃には各所で既に火山活動の開始された徴がある。アチエに於てはこの火山活動は此の時期より前に既に始つて居たものの如くである。下部新第三紀岩の系統的沈積岩岩石學的研究が行はれる迄は如何なる程度迄この火山物質が地層の形成にあづかつて居るかは確められない。全スマトラに於て深海成地層が全部下部新第三紀に出来たとと思はれないが、東スマトラの全部に於てはこれは全部下部新第三紀である。しかし、ベンクルレンに於ては下部新第三紀が尙石炭層を含んで居り、北スマトラの西部では下部新第三紀層は陸成層が卓越して居ることが可能であるが、此の地域内については今の所ほんの僅しか知られて居ない。ジャンビのバリサン山脈内の盆地にも亦石炭を含む相をもつたグーマイ——テリサ層と同時代と考へられる地層がある。

上部新第三紀には海は深さを減少し、火山物質の供給は増加した、しかし乍ら北スマトラに於ては中部及南部スマトラに比して海の状態が長くつづき、中部スマトラは此の點については遷移部の役をなして居たと云ふ印象を受ける。新第三紀のもつと新しい部分では地層は完全に陸成層となり褐炭層が著しい。この褐炭層はバレンバンに於ては多數あり、且厚いが、北西の方面に行くにつれて薄く且少くなる。それ故陸地は南スマトラに於て最も完全に行はれたものとみえる。火山物質の供給は連續的に増加し、主として石英粗面岩質乃至石英安山岩質で安山岩質のものはより稀な厚い凝灰岩がスマトラに於て何處でも著しく厚い地層を堆積した長く繼續した沈積期に終りをつけて居る。北スマトラに於て古第三紀の岩石である雲母石英角礫岩の圓礫を最上部新第三系に於てのみ發見することは特に重要である。

新第三紀層の間にはどこにも新第三紀層間の不整合の發見された所はない。この地層の中にはどこにも基底礫岩と呼ぶべきものはなく、斷面に於ては何處にも不整合はみとめられず、今述べた場合の他には新第三紀の中にはどこにも古第三紀岩の圓礫を發見することはない。これに反して新第三紀の終りに唯一度だけ造山運動が起つたと云ふことを示す若干の事實がある。第一にバレンバン及ジャンビに於ける“Kalterfalten”でその中では急斜した翼は最古の地層にのみ限られず中部バレンバン層及上部バレンバン層にさへ屬して居るのである。第二に中部バレンバン層の褐炭層は背斜軸部で尖滅を示して居ないので背斜を越えて追跡出来る。しかし假令、造山運

動が新第三紀の終末にのみ起つたと假定しても、造山期はもつと長くつづいたものである。造山運動は最新の新第三紀層の堆積以前に、始まり——最上部新第三紀層中にある圓磨された雲母石英角礫岩の現出によつて示される如く——全東部スマトラ及西部スマトラの一部にある判然とした亞現世の上昇によつて示される如く、今日迄續いて居るものに違ひない。勿論造山運動開始後直ちに削剝作用が開始され、現在にはすべての褶曲山脈を準平原化し——地質學的に云へば——連續した造山運動によつて上昇した土地を丁度侵蝕して居るのである。

第三紀の褶曲の性質は次の如くのべられる。データは少いが西部スマトラの地方では第三系は印度洋から楯狀をなして隆起し、褶曲は僅で、斷層によつて擾亂されて居るものの如くである。それは第一のバリサン山脈にぶつかつて終つて居り、そこでは第三系は完全に削剝されて居る。バリサン山脈内部では第三系は地溝斷層又は向斜狀盆地の中に現れ、その間には背斜があつて先第三系が露出して居る。東側のフォアランドでは細い、主として對稱的な褶曲があり、その深さは東に行くにつれて減じて居る。褶曲地帯の東の正しい端は一般に知られて居ない。北部アチエのディアマントプント (Diamantpount) の北で海中に石油が発見されたことは此處では褶曲帯の東の端が海中にかくされて居ることを示して居る。

現存するスマトラの大火山は主要削剝期の後に形成されたものにちがひない。即ち第四紀の中頃である。一方ランボン地方、ベンクルレンの一部及デリーの第四紀の酸性凝灰岩地域ではもつと早い時代に既に廣い地域の噴出岩の活動があつたのであらう。

以上のスマトラの新生代地史に關する考へは現在利用し得る事實から復舊した自分にとつては唯一のものである。これはトブラーによつて屢々與へられた解釋と實際上一致して居る。それに對してスマトラを調査した若干の最近の地質家は反對意見をのべて居る。その一部は我々が既に知つたものであるが改めて全體として取扱ふ必要がある。

二、スマトラ及爪哇の第三紀構造發達史に關するフォルツの解釋

先づ第一にフォルツが——彼に對しては誰も實際には賛成して居ないのであるが——スマトラの第三紀の地質構造に對して完全に異つた考を持つて居たと云ふことを指摘したい。彼の意見はスマトラでは褶曲構造は大したものではなく、張力と斷層構造とが第三紀の造山運動の主體であると云ふのである。今や我々は彼の見解を論議する時機である。スマトラの古生代に對してはフォルツは眞の褶曲構造の存在をみとめたが若い地史に對しては、すべての造構現象を張力にもとづく斷層運動に歸し、褶曲は二次的の現象にしか過ぎない

とした。彼の最近の意見によれば、彼はスマトラの北部では南北方向、南部では東西方向に近づく古生代の褶曲山脈をスマトラの基礎體と假定し、現在あるスマトラの山脈は全體としては對角線狀に隆起した地塊であると考へた。フォルツによればすべて第三紀—第四紀、及若い中生代の造山運動は中生代に始まり、その後第三紀に現在の形の印度洋を生ずるに至つたゴンドワナ (Gondwana) 大陸の沈降によつて由來されたものであると云ふ。印度洋の北、元來スマトラ、爪哇が屬して居た亞細亞大陸の南部に印度洋の方向に向ふ張力が働き、數個の地塊に分れてその方向に滑り始め、その一部は滑り落ちたのであると云ふ。東方、爪哇に於ては現在先第三系は稀にしか見られないのであつて、この滑り落ちの程度は深く、西方、アチエに於ては先第三系が現在尙三〇〇〇米の高さに達して居るからここはそれ程深く滑り落ちなかつた。この張力にもとづく大陸邊緣の滑り落ちは數個の縦の地塊を生ぜしめ、その若干は深く滑り落ち、他のものはより淺く滑つた。前者はスマトラの西及爪哇の南の地溝、バリサン山脈内の縦谷、及マラッカ海峡となり、後者はスマトラの西の島列、及バリサン山脈群となつた。この二次的現象として褶曲が起つた、と云ふのは或る地塊は印度洋の方向に向つて他のものよりも早く滑り、印度洋側の地塊に横壓力を加へ第三紀層が褶曲された。このスマトラ及爪哇の中生代—第三紀地史に關する一説は兩島に對して共通に適用されるので一見興味があるが、それに對しては強い反對がある。

第一にこの説の前提、即ち沈下したゴンドワナ大陸は完全に假説であつて、その可能性は今日では最早餘り考慮されて居ないのである。その上フォルツは假説の上に假説を重ねると云ふ悪い例に従つて居る。即ち張力構造の上に褶曲と云ふ第二の性質を置き、更に張力構造をゴンドワナ大陸の沈降と云ふ假説の上においたのである。かくの如くして彼は一つづつその頂點を下にして重ねたピラミッドの系列の如き考へを得たのである。その上彼の考の眞の基礎即ち事實はごく乏しいものである。

第二に我々は最も若い中生代に於て強い間違のない褶曲がスマトラの地下に作用して居たことを知つて居る。従つて中生代の造山運動は決して張力にもとづく現象としては了解されないものである。更に東部のフォアランドに於てばかりではなく、バリサン山脈の内部でも第三紀層の褶曲は非常に普通のものであり、その見解に充分の基礎があるのでなければこれを張力構造を一次的とし、褶曲構造を二次的に考へることは全然受け入れ難いのである。此の理由は更に同様に強く壓縮された爪哇のマール帯の背斜や向斜を考慮に入れる時に、或はもつと離れては居るがボルネオの第三紀の褶曲山脈を考へに入れるならば、更にはつきりして來るであらう。バリサン山脈内の狭い縦谷が狭い地溝斷層の如き印象を與へることは事實であるが、假令此の地溝斷層の起源は張力が負つて居るとしても、それは

異つた地域の褶曲の速度の差によつても又説明されるのである。即ちこの場合には斷層は二次的で、あり褶曲が一次的である。

歴史は證據を與へる。最初に二五年以前に提出されたフォルツの考へは其後の地質家によつては採用されなかつた。唯フォン・スタイゲルのみがスマトラの張力構造の考へに若干の贊成的な徴を示して居るのみである。しかし又他の極端に走ることは良くない。我々はフォルツの見解にも何か有益なことが有り得ると云ふことを頭に入れておかう。彼は考を缺いて居たのではなくて、乏しい觀察によるデータを注意深く集めるのに必要な考へを無制限に練ることをしなかつたと云ふ間違をしたのである。このことは他の自然科学者以上で地質學者にとつては注意すべき事項である。

フォルツによつて進められたスマトラ—爪哇弧の一つの特徵に注意を向けて頂きたい。即ちそれは北スマトラは南スマトラより、又南スマトラは爪哇より構造上高く位置して居ると云ふことである。フォルツは特にこの事實を南方及東方への先第三系の地帯の消滅（これについては次章にてのべる）で示した、しかし此は又北スマトラに於ては古第三系が南スマトラよりも廣く分布して居り又高い所にあつて南スマトラではそれは稀にしか露出して居ないと云ふ事實によつてもあらはされて居る。フォルツは此の性質を南東に向つてスマトラを構成する地塊が漸次深く沈んだことによつて説明した、しかし乍らスマトラを褶曲地帯と考へたい者は大きな“Fallen-bundel”の各背斜にみられる如く、褶曲の軸が南東に向つて連續して繰り返し／＼沈下して居るのだと解釋しよう。もしも諸君が種々の前に掲げた地質圖を見るならば各地で軸の沈下の様子を明かにみることが出来る。特にティガブル山脈、中部スマトラの東部の山脈の境にある多くの背斜及グーマイ山脈に於て判つきりして居る。

三、オッペノールト及ワキルチツキイによるアチエの第三紀地史及それに對する反對意見

次にフォルツ以後の地質家のスマトラの第三紀地史に關する意見を述べよう。これは第一にオッペノールト及ワキルチツキイの北スマトラの地形に關する論文（一九一八年）中に判つきりと述べられ、其後エト・フーン（一九二二年）によつて採用され、更にワキルチツキイによつて百萬分の一の地質圖幅第一及第七圖幅の説明書中に再說された（一九二二年）。オッペノールト及ワキルチツキイの上掲論文の中の北スマトラの第三紀地史の要旨を簡單にしてのべると次の如くである。

第四紀 六〇米及四〇米の二つの造陸運動的上昇

海岸平野の形成と最近の侵蝕作用

火山活動と北スマトラの集塊岩被覆層の形成
海岸地方及内陸地方の強い侵蝕期

新第三紀 海岸地方の褶曲、一〇〇〇米以上に達する内陸地方の強い造陸運動の上昇

新第三紀海岸地方の沈積、内陸に於ける第一回の侵蝕期

最初の褶曲期、北スマトラ中部の陸化

古第三紀 古第三紀沈積期、海浸に始まり深海層で終る

この二回の侵蝕期の存在に關して著者は二つの論議すべき點を見出した。第一は内陸に於ける約一
二〇〇米の高さに達し、幼年期の地表の性質を有し、更に再び侵蝕輪廻によつて刻まれて居る隆起地
帯の存在である(第二三圖、原著第一一八圖)。従つて内陸の造陸運動の上昇は第一の侵蝕期につづ
き、下部新第三紀と假定される造山運動がつづき、その後第二の侵蝕期が始まつたのであるべきで
ある。この約一〇〇〇米の造陸運動の上昇は海岸地方の上部新第三紀の褶曲運動と正に同時代と考へ
られる。第二の點は新第三系が内陸に缺けて居ると云ふ事實である。

「新第三系が内陸の山岳地帯をかこんで居る事實から、この山岳地帯は新第三紀には新第三紀の海
から島の如く現れて居たことを意味する」(鑛山年報、一九一七年度、報告の部一九一八年、二八
八頁)

従つてこの考へによると造山運動は新第三紀の沈積が始まつたときには内陸に既に起つて居たこと
になる。この第二の論點から我々は新第三系は内陸に完全に缺けて居ると云ふことは決して決定出來
ない様に見えることと云ふことを知るのである。しかし假令後に新第三系が現在實際丘陵地帯にのみ限ら
れて居ると云ふことが判つたとしても、この論點は内陸に新第三系が決して存在しないと云ふことを
證明するかも知れないと云ふ注意をもつてのみ用ひられ得るのである。もしもアチェの内陸の第三系
がすべて實際古第三系であるとしても、嘗て古第三系を覆つて居たに違ひない新第三系があつたかも

第23圖 オレン・ガヨ・ルオス (Oreng Gajo Lanos) の北面、ゴオ・レーモ
(goh Leumo) の模式化せる断面圖第一侵蝕期の残りを示す
(Oppenoorth-Zwierszkycki による)

知れない。又もしも古第三系が既に高い山地の一部をつくつて居て三〇〇〇米近くも高まつて居たとしても新第三系は現在何も残つて居ない更に高い位置にあつたかも知れない。

第一の點即ち約一二〇〇米の高度の「壯年期の地表」の存在は二つの侵蝕輪廻のあつたことを實際示して居る。しかし侵蝕輪廻が新第三紀の始めに既に始まつて居たことを證明する何もない。もしも内陸に於ける古第三紀の山脈の侵蝕が下部新第三紀に始まつたとすると、最下部の新第三系の中に古第三系岩の圓礫をもつた礫岩が期待されよう、所が我々は反對に境界粘土のあることを知つて居るのだ。もしも古第三紀の中核の削削が全新第三紀の間繼續したものとすれば——新第三紀の期間が數百萬年であると考へ、又東印度諸島に於ける削削の速度について考へ——中核は完全に準平原化されオッペノールト及ワールチッキイ（前出、二八二頁）に示された如く「晚壯年期」までばかりではなく「早老年期」まで進むことを豫期すべきである。このことは最初の侵蝕期がずつと短かつたことを示して居り、又同時に圓磨された石英雲母角礫岩が最も若い凝灰礫岩の中に發見されることが指摘されて居る。この二つの特徴は最古の侵蝕期がただ最も若い新第三紀に始まり、それが僅に進行した時に更に大規模な鮮新更新世の侵蝕輪廻によつてつづかれて居ると云ふことを示して居る。

我々はエト・フーンの說中に古第三紀の褶曲、從つて又古第三紀と新第三紀の間の不整合の存在を示すべき別の論證を發見しない。彼はオッペノールト——ワールチッキイによつて提唱されたことを繰り返して居る。即ち

「初期の調査は黑色泥岩を含む古第三系はスマトラの内部にまで發達して居ることを示して居るが、新第三系はそこに發見されないことを示して居る。このことは古第三系及その下にある新第三系が新第三紀の時代にはスマトラの中部では褶曲を受けて陸地になつて居たことを假定させる」（嶺山年報、一九一九年度、報告の部、一九二一、一八一頁）

エト・フーンの論文からの次の引用も更に興味がある。

「海岸から背斜の離れて居る北海岸では海岸近くに褶曲が押された所よりも強く侵蝕を受けて居る様に見える。又東海岸に於ても古い山脈即ち地塊の邊緣で褶曲した内陸の褶曲は最初に海面にあらはれ、從つて其後に陸地となつた海岸近くの背斜よりも長く侵蝕にさらされて居た様に見える。この海岸近い背斜では若い新第三系が一部保存されて居るのである」（同前、一六六頁）

諸君はエト・フーンが文章の二つの部分を「又」と云ふ語でつないで居るのに氣がつくであらう。それから前は侵蝕の速さを取扱ひ

後は互に比較した侵蝕の時間を取扱つて居る。しかし乍らこれは少くとも證明されては居らず、又内陸に於ける繼續的の侵蝕は、その個所に於ける活動中の強い造山運動的上昇の結果であり、その結果海岸近くよりも年々の侵蝕は内陸の背斜に於て強くなる。これは前にのべた如く、アルプスに最も近いジュラ山脈の褶曲は最古のものであるが、その時代の差はほんの僅のものである如くで居る。

北部アチエの油田の記載に於てツァルチッキイは再び古第三系と新第三系との間の不整合についてのべて居る。

「しかし乍ら、この地方に於ては新第三系の基底の不整合はづつと大きい、と云ふのは新第三紀の海浸は黑色泥岩を覆蔽するばかりでなく、雲母砂岩、雲母石英礫岩及第三系をさへも覆蔽して居るからである。従つて最も若い古第三系と新第三紀の最古の地層との間には著しい侵蝕の時期があつたに違ひない。」(鑛山年報、一九一九年度、報告の部一、一九二二年、二三四頁)と、しかし私にはここにも不整合を假定する必要はない様に見える。若い地層が古い地層に比べてより著しい海浸の性質をもつて居ることは沈積期のある時期に地対斜的沈降が強くなつたことによつても生ずる。又ワァルチッキイの地質圖に附けられた斷面圖には古第三紀との間に眞の不整合は示されて居らず、唯「黑色泥岩」の尖滅状態が圖示されて居るに過ぎないのである(前出、斷面圖六及七)。

四、ツァルチッキイによる中新世に於ける褶曲の極大について

百萬分の一圖幅第一及第七の説明書に於てツァルチッキイは北部スマトラに於ける古及新第三系の間に中部スマトラには無い不整合を假定したのである。所が彼はここの第三紀の主要褶曲を古期中新世として居る。

「そこで第三紀の主要褶曲はマール層(テリサ層)の堆積後の最下部中新世に始つたのであらう。」(鑛山年報、一九一九年度、報告の部、一九二二年、九七頁)

「褶曲力がマール層の堆積後の中新世に極大に達した後、褶曲は新第三紀の残りの時代に基づいて居たに違ひない、假令、それが僅の程度であつたにせよ、又は若い鮮新世の終りに新しい褶曲が假定されるであらう」(同前)と。

諸君はこのツァルチッキイの第三紀地史に關する説が私が前節で概説したものと同じく居ないことに氣がつくであらう。残念乍ら私は現在流行して居るスマトラの第三紀地史に關する見解に賛成しかねるのである。北部スマトラをよく知つて居り、立派な地質調査の才能を持つて居る最近の地質家の説を私が受け入れることが何故出来ないのか、又はこの最近の地質家によつてよく知られて居り、且捨てられた比較的古いトラバーの見解に従ふことが許されるかどうかと云ふ點について私は繰り返し自問自答して見た。しかし

私はどこにも充分に論理の立つた所を発見しなかつたし、又新しい概念を正しく結論づける議論も発見しなかつた。その反對に諸君が既に知つて居る様に、一つの長い沈積期と第三紀終末に一つの短い造山運動期があつたことを物語つて居るのである。

しかし乍ら私の提出した見解が一つの正しいものであると考へることは全く間違である。假令私がこれが現在得られて居る事實から歸納される唯一の認められ得る解釋であると信じて居るにせよ。スマトラの第三紀に關する眞の知識が多くの點に於て如何に僅のものであるか―パンカ及ピリトンの章に於て我々はフェルベークによつてその頃判つて居たすべての事實を注意深く取捨選擇して立てられた一次的錫鑛床の成因に關する説が僅か數年の後には全く支持されないことが證明されたことを知つて居る。この場合と同様に數年後には新しい調査研究によつて私のスマトラの第三紀地史に關する考が間違つて居ることが示されるかも知れないと云ふことは決して不可能なことではない。

本章の文獻については前章を参照せられたし（未完）