

ケニア リフトバレー (1)

佐藤博之 (地質部)
Hiroyuki SATOH

1980年の秋 地熱調査のためケニアを訪れる機会に恵まれた。ここに記すのは その際に見聞したケニアにおけるリフトバレーと火山についての紹介である。なお 地熱と温泉については最終回において金原啓司技官が紹介する予定である。

東アフリカのリフトバレー

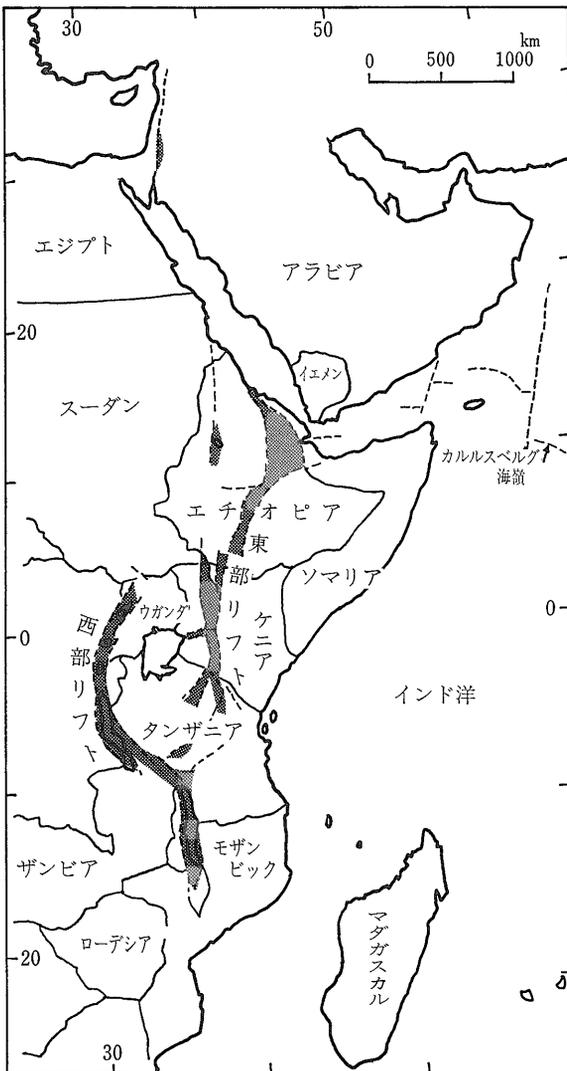
アフリカ大陸の地図を眺めると エチオピアからモザンビークまで約4,000kmにわたって南北に走る地溝帯が目に入るに違いない。それはまた湖の連続でもある。北から アバヤ湖 ステファニー湖 ルドルフ湖 バリンゴ湖 ハニントン湖 ナクル湖 ナイバシヤ湖 マガジ湖 ネイトロン湖 マラウイ湖と続いている。しかし湖や山の名前をわれわれの地図帳によって簡単にうのみにしてはいけない。新興ナショナリズムは 発見当時のオーストラリア皇太子にちなんで名付けられたルドルフ湖の名を トルカナ湖と変更してしまった。ハニントンはボゴリアである。

一方その西にビクトリア湖を挟んで アルバート湖 エドワード湖 タンガニヤ湖の列がウガンダ ザイールの国境を通過してマラウイに続いている。これもまた一つの地溝帯である。ついでに言えばアルバート湖はモブツ湖 エドワード湖はアミン湖と手許の平凡社の世界地図に記されているが アミンの失脚した今となっては何という名なのか興味のあるところである。

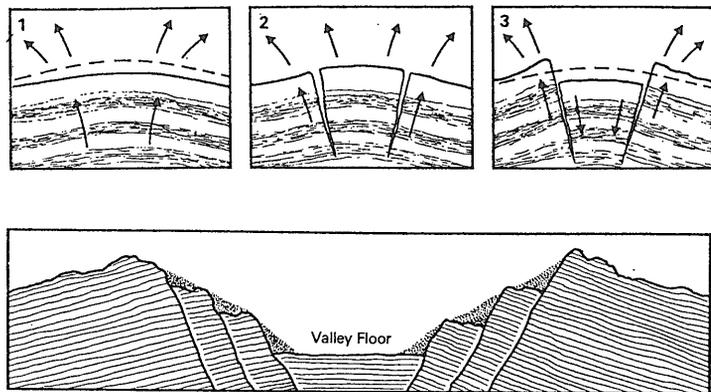
この様に東アフリカには東西2列の地溝帯があり それぞれ東リフト (東部構造帯) 西リフト (西部構造帯) と呼ばれている。もちろん大きなのは東リフトであり 先程は4,000kmといったが 北は紅海を通過してレバノンまで続き 現在の全地球的な観点からみればアデン湾を回ってインド洋の中央にまで延びる地球の一大構造であり グレート・リフトバレーとも呼ばれている。

ところでリフト (rift) とは裂け目 割れ目の意味である。この大規模な地溝帯をリフトバレーと名付けこれが正断層によって生成された細長い陥没地帯であることを初めて明らかにしたのはスコットランド出身の地質学者グレゴリー (John Walter GREGORY, 1864-1932) であり 東リフトのケニアからタンザニアに入る部分は彼の名にちなんで グレゴリー・リフトと命名されている。今回紹介するのはこのグレゴリー・リフトの部分である。

リフトバレーの地形で第1に特徴的なのは 南北に延々と走る地溝帯もさることながら それがアフリカ全体



第1図 東アフリカの地溝帯 (BAKER et al. 1972)



第2図

リフトバレーの生成と形状の概念図

- 上 ステージ1：地殻の上昇
- ステージ2：平行な割れ目の生成
- ステージ3：中央部の落ち込み

下 赤道付近の東西断面

CURTIS, H. A. ed., Kenya Primary Geography 7. Africa

がとくに中部から西部が広い低平な盆地からなっているのにくらべ 東部が エチオピアからケニア ウガンダ タンザニア マラウイ モザンビークと標高の高い 海拔2,000mにも及ぶ台地から出来ており 地溝帯がその一番高い所あたりを走っていることである。それはひびの入ったアーチが引き離されて そのためにアーチのてっぺんにある石がひとかたまりになって落ち込んだようなものに例えられたりすることが多い。こういうことから グレゴリーもリフトバレーの言葉を階段状の断層の間に落ち込んだ土地を意味したのだろうと推測されている。この考え方が正に現在まで生きていて ナイロビーで買ったケニアの初等地理教科書に概念化されて示されていたのが第2図である。ここでは後で述べられるのであるが アーチ状に中央部が盛り上っているということが重要である。

ナイロビー市街の標高は海拔約1,700mである。市街から西の方へ ナイロビー国立公園の前を通って西の方へ約20km行くと ここはマサイ族の住んでいる所と言うが 開かれた地域があり ンゴング・ヒルと言う小高い所がある。海拔は約2,460mであり 岩石は第三紀のテフライトから出来ており眺望がすばらしい。展



第3図 ンゴング・ヒルからの眺望。 ススワ火山が見える

望地のようになっているが施設はほとんどない。乗用車での最後の上りはほとんど無理でジープが必要である。ここでは東の方のナイロビーがかすんで見えるが 西の方はリフトバレーである。眼下は更新世のリムル・トラカイトからなるスロープでリフトバレーの東肩へ上って行きその先はストンと向うに落ちている。はるかかなたにロングノト火山とススワ火山がみえる。ところが眼下のリフトバレーの東肩には 南北の生々しいステップ状の東落ち断層が幾条も延々と続いている。正に第2図に示された概念図通りのことが 現在にも活動していることを感じたことであった。

第2はこの地溝帯の幅が その長さにもかかわらずほぼ一様の40-60kmを示すことである。これは他の大陸内部で形成された地溝帯 ライン地溝やバイカル地溝もほぼ同様の幅を有しており その値が大陸地殻の厚さに近いことはモデル実験や力学的解析によって古くから論議されている。落ち込みの量も極めて大きく 大部分の地溝底は堆積物や噴出物によって埋積されているのははっきりしないが 西部地溝帯のタンガニカ湖の湖底と地溝の肩では3,300m マラウイ湖で2,600mに達している。

前に地溝帯は南北に延々と続くと述べたが 細かくみると所々に側生して東西に延びたり 喰い違ったりする所が見られる。丁度赤道のあたりでビクトリア湖にのぞむキスムに延びるカピロンド地溝がその一つで この様な構造は基盤の先カンブリア界の構造を反映したものと考えられている。これと関係するのが 地溝帯両側の台地の上に更に2,000mにも及ぶ基盤の断層によって縁どられた高まりの存在である。最も顕著なのはアルバート湖の近くのルベンヅリ(月の山)で これは台地の一般的高度よりも約4,000m高い。

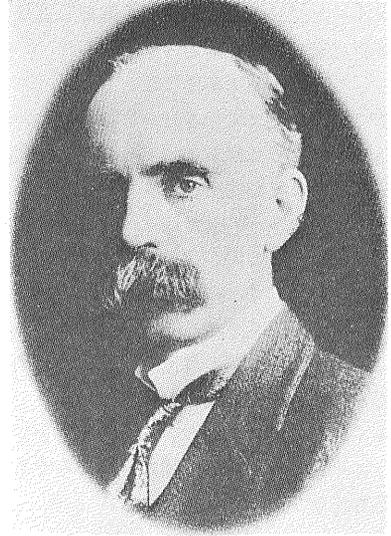
第3はこれは地質とも関連するが活火山が多い。も

ャ湖の北にあるのだが ここで食糧が尽きた。 彼の名はナイバシヤ湖の南にある Hell's gate (地獄の門) というコメンダイト溶岩の崖にある火山岩頸に止められており Fischer's Tower と呼ばれている。 ケニア地質調査所の Bulletin 第9号 The geology and mineral resources of Kenya 1969年にその写真を掲げている。

同じ年数ヶ月後に今度はスコットランドの探検家トムソン (Joseph THOMSON 1858-1895) がナイバシヤ湖を過ぎて更にバリンゴ湖に到達した。 そして1960年代に作成された地図に大きな湖とされていたバリンゴ湖が 幅8km 長さ22kmに過ぎないことを発見した。

1887年にハンガリア人の地理学者でハンターでもあったテレキ伯爵 (Samuel TELEKI, 1845-1916) が450人のキャラバンを率いて東海岸のパンガニ (タンザニア) から奥地へ向って出発した。 彼の目的はバリンゴ湖から北方の 未だ原住民のキャラバンさえ訪れていない 全く未知の地域に入っていくことだった。 そこには湖が一つあると言う地理学者がいるかと思えば 大きな湖が二つあると考える学者もいた。 この大規模な探検隊と言うより遠征隊は 地理学 地質学 民族学について多くの貴重な観察や発見もしたが 自分の欲望を満足させるため多くの時間を費した。 彼らがモンバサに帰ったのは1年10か月後のことだった。 その間にキリマンジャロ山やケニア山にはそれぞれ4,700mの所まで登ったし 小鳥からゾウに至るあらゆる野生動物を撃った。 バリンゴ湖を越え 海岸から500km入って 当時のヨーロッパ人に漠然とバツ・ナロクと呼ばれていた大きな湖を発見した。 彼はバツ・ナロクに彼の後援者であるオーストリー皇太子の名を取ってルドルフ湖と命名し 更に北東にある小さなバツ・エボルには皇太子妃にちなんで ステファニー湖と命名した。 余談であるが ルドルフ湖はトルカナ湖となったが その南岸にテレキ火山の名が今でも残っている。 この二つの湖の位置 大きさが分かったことは地学上に非常に大きな意義を有していた。 ウィーンの地質学者ジュウス (Edgar SUSS, 1831-1914) は彼の Antlitz der Erde 1891年版において北のヨルダン川から南のニアサ湖にかけての一带は 一連の地殻運動に際しての亀裂であると結論し これを当時の地質学の用語を使用して地溝と呼んだ。

その後に優れた科学者が現れてリフトバレーの全容を明らかにした。 それは先ほどのグレゴリーである。 グレゴリーはロンドン南部のパーマンドジーに店を構えていた毛織商人の息子として1864年1月に生れた。 博物学に対する関心から商人になることを止め ロンドン



第6図 John Walter GREGORY (1864-1932)

大学を卒業し 1887年には大英博物館の地質部に勤めることになった。 その時は23才で 1900年まで勤めることになる。 1900年から4年間オーストラリアのメルボルン大学に勤め 更に1929年までグラスゴー大学の教授だった。 彼はあくなき探検家だったが 1932年ベルーのウルバンマ河で調査中に溺死した。 68才だった。 著書として The Great Rift Valley (1896); Geography, Structural, Physical and Comparative (1909); The Rift Valleys and Geography of East Africa (1921); Human Migrations and the Future (1928) などがあ

る。 彼はジュウスの熱心な信奉者で かつて巨大な Gondwana 大陸があり それが分かれて現在のいくつかの南半球の大陸になったと言う考えに賛成だった。 彼はこれらの大陸が分かれた時 アフリカ大陸自体も引き裂かれて リフトバレーの沈下が生じたのではないかと推測した。 とは言え 地質の専門家でない探検家の観察した事から引き出した推論だったので グレゴリーはどうしても自分の目で見て 推論を支持してくれる事実を見つけ出そうと考えた。

1892年博物学者としてソマリア旅行に加わったが これは失敗だった。 計画が粗雑で食糧不足のため6週間で奥地から引き返さねばならなかった。 モンバサまでもどって来た彼は どうしても自前の探検隊を組織して奥地に入ろうとした。 当時は未だ奥地はヨーロッパ人にとって暗黒地帯であり キクユ族やマサイ族は敵意を持っていた。 グレゴリーが40人からなる探検隊を率いてモンバサを出発したのは1893年3月である。

グレゴリーはジュウスの地溝帯を実証しようとして最初から目的意識を持って奥地へ乗り込んだ。その実証の方法として地質断面図を作ることとした。しかしこれは一言で言うほどなまやさしいものではない。地層の落ち込みに際して乱れがないだろうか。大断層の生成に際して溶岩などの噴出があり肝心の部分が隠されていたりしてないか。また様々の時代にこの谷の中に湖が出来て膨大な量の泥が沈積したかも知れない。これらの困難を覚悟して彼が断面図を作るために選んだ所はバリンゴ湖の近くでありこの判断はまったく正しかった。ナイバシャ湖の近くであつたら後期に噴出した火山岩のために相当苦しんだに違いない。彼は部下から“ふくれたポケット”のニックネームをつけられたと言う。それは彼が岩石の標本をいくらでもポケットにつめ込むくせがあつたからである。

グレゴリーが調査したのは先ず東側で海拔2,000mのライキピア断層崖が切り込んでおり約1,000m下の底は丘陵地帯になっている。断崖の麓から20kmのところバリンゴ湖がありそれから更に20km西に反対の崖と思えるものがある。しかしそれはカマシア地塊でありその崖を海拔2,000mまで登ると更に西の方20km先に堂々とした断層崖が続くのが眺められる。これが海拔2,000mのエレグヨ断層崖でリフトバレーの西壁に相当する。

彼は東側の切り立ったライキピアの崖を注意深く観察しながらはい登って行く。次にバリンゴ湖の東南の端にある村に基地を作りカマシア大地塊の崖を調査し傾斜した地層を測定しながら資料を集めた。ここで一行の食糧が足りなくなりエレグヨ断層崖の調査を打ち切って帰途についた。

この調査によって得られた結果は東側のライキピアの崖に累重している地層がカマシア大地塊の地層と似ていることだった。グレゴリーは1896年の最初の著書の中で彼の結論を述べた。

これらの谷はもともとそこを占拠していた岩石が川の水や風に砕かれて少しずつ運び去られて出来たものではない。まわりの土地は変動しなかったのにそこだけ岩石が大量に沈み込んで出来たものである。

この種の峡谷をリフトバレーと呼んではどうかと私は思う。リフトと言う用語は平行した割れ目のあいだで陥没が生じたためにできた比較的狭い場所という意味で使われている。この種の峡谷は世界の各地にみられるが東アフリカのものはグレート・リフトバレーと呼んでさしつかえないであろう。

(タイム/ライフ・ブックス；未踏の大自然「アフリカ・リフトバレー」)

このグレゴリーの卓見は今日でも立派に認められているもので彼にちなんでケニアからタンザニアに至る部分をグレゴリー・リフトとも呼ばれるのは前に述べた通りである。

今ケニアの地質図を眺めてみるとバリンゴ湖付近にプロファイルを選んだのは彼の着眼点のよさを示したもので最初から目的意識を持って不屈の精神でなし遂げた偉業である。その南のナイバシャ湖付近では地溝底に第四紀火山が多く西壁が明瞭でない憾みがある。これがはっきりするのはナクル付近にあるメネンガイ火山から北へ行ってからである。またグレゴリーがカマシア大地塊で調査を打ち切りエレグヨ断層崖にとりかかれなかったこともある意味ではよかつたと思われる。それは東西のライキピア断層崖とカマシア大地塊は共に新第三紀火山岩の累重からなるがエレグヨ断層崖は先カンブリア界の岩石からなっているためもしグレゴリーがエレグヨ断層崖まで調査したならその結論を得るまでと多少悩んだに違いないと考えられるからである。しかしグレゴリーがエレグヨまで行ったなら基盤の先カンブリア界の地層を割って中新世以降に生成した地溝のもっと多くのことを明らかにしたに違いない。リフトバレーの歴史の初めからが判明していたかも知れないがこれはその後の地質学者達の仕事であつた。

ケニアの地質

先カンブリア界

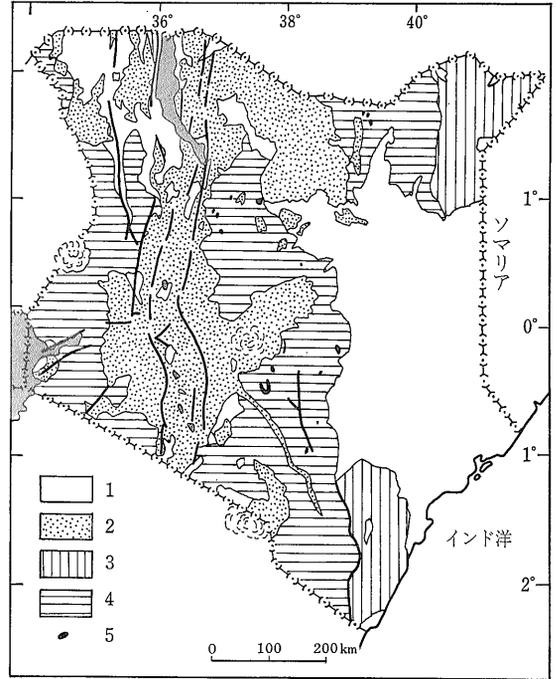
ケニアの地質は西から中央にかけての大部分は先カンブリア界からなっている。これはモザンビーク変成帯と呼ばれるもので東アフリカ大陸縁にみられる先カンブリア時代末期の変成帯である。5億年から6億年前の変成作用によって基盤岩が変成岩となったものである。ケニアの先カンブリア界は大きく3つに分けられる。

最も古いと考えられているのはニアンザ系とカピロンド系である。これらは西部のビクトリア湖の東岸にわずかに分布する。この2つはカピロンド系が上位でその関係は不整合であるがその間の年代差は僅からしい。ニアンザ系は溶岩・砕屑岩とその間に挟まれる礫岩からなる。溶岩の種類は玄武岩安山岩デイサイト流紋岩と各種の火山岩が表にまとめられている。これらが変成してトレモロ閃石片岩角閃石片岩黒

雲母石英片岩となっている。その火成作用もカピロンド地溝の北では酸性から塩基性へ 南では塩基性から酸性へと変化すると言われているが その層序を並列するには疑問があるらしい。カピロンド系は主に砂岩泥岩互層からなるが 数カ所では厚い礫岩を挟んでいる。それらは含金礫岩層で 1カ所ではダイヤモンドを含んでいる。ニアンザの南方では角閃石安山岩の溶岩流も挟まれている。ニアンザ系 カピロンド系の分布地域は花崗岩により貫かれる。花崗岩はいずれも金鉱床を伴っている。ニアンザ北方の花崗岩はカピロンド系の堆積後であるが 南方のはニアンザ系とカピロンド系の堆積間隙に進入したものと考えられている。この他ドレライトの岩脈も認められる。

ベースメント系：ケニアの先カンブリア界の大部分がこれに属する。名前が実態に沿わないが 実は長い間これがケニアの基盤であると信じられ 多くの文献にもその様に呼ばれて来たが 数年前(1969)にそうでないことが判明した。しかしとりあえず“ベースメント系”と呼ばれているとのことである。“ベースメント系”は砂岩 泥岩 石灰岩などを原岩とし それらが片麻岩片岩 大理石などになっている。変成岩は雲母片岩 雲母角閃石片岩 石墨片岩 珪線石片岩 藍晶石片岩 ギャクロ石片岩が多く まれに陽起石片岩 直閃石片岩 緑れん石片岩のほか ドレライトなどから変成した角閃岩がある。“ベースメント系”を貫く火成岩は花崗岩と塩基性岩がある。花崗岩の進入に伴ってミグマタイトが生成したり ペグマタイトがあり ケニアの貴石の供給源になっている。塩基性岩はパイロキシナイト ノーライト アノーツサイト斑れい岩 超塩基性岩などがあり ニッケル 銅 クロムなどがこれらの火成岩地域に期待されている。

その他：エング系が南東部にアブル系が北東部にいずれも極めて小地域に“ベースメント系”の上に分布する。礫岩 砂岩 泥岩 石灰岩からなるが変成度は低く 正確な年代は判らない。自生鉱物として電気石を産する。ブコバ系は南西部でニアンザ系を覆ってやや広く分布する。下部が玄武岩 中部は珪岩 上部は安山岩一流紋岩を主とし 砂岩 礫岩を挟む。ブコバ系の構造は単調で わずかに褶曲し 基底礫岩には金が 珪岩には錫石が含まれる。その時代を示すものはないが 古生代にかかるかも知れないが 恐らく先カンブリア時代であろうと考えられている。



第7図 ケニア地質略図 PULFREY and WALSH (1969) を簡略化
 1. 第三紀以降の堆積岩 2. 同火山岩
 3. 中生界及び中生界 4. 先カンブリア界
 5. 超塩基性—塩基性侵入岩

and Mineral Resources of Kenya によって簡単に紹介したが モザンビック変成帯の構造は大体に南北方向を示しており これが中新世以降のリフトバレーの成立のひとつの要因であるといわれている。この10年来名古屋大学の研究者によってケニアを含む東アフリカの地質の研究が大いに進み 先カンブリア界についても多くの報告がなされている。

古生界及び中生界

ケニアの東部に南北に分れ 東傾斜で分布する。最下位は上部石炭系と考えられ 断層で先カンブリア界に接する。ついで二疊系及び三疊系と続き 砂岩及び頁岩を主とし ズルマ砂岩層と呼ばれ 石炭の薄層を挟み一部に氷礫岩らしいものもある。ここまでが アフリカにおけるカルー層群に対比されるものである。カルー層群の三疊系には初期恐龍の化石を多く出土しているが ケニアにおいてはあまり知られていないようである。次に不整合にのるジュラ系の基底部は海成の石灰岩で頁岩や石膏層が続く。白亜系は北東部に不整合で分布し 主に砂岩からなる。

さて漸く無味乾燥な地質の説明が第三紀までたどりついた。ケニアの地質は大局的に西から東へと南北の帯状をなして分布していることにすでに気付かれたに違いない。まったく第三系もその通りで海成の第三系は南部のモンバサの海岸近くでようやくへばりついている中新世の地層で主に砂岩からなる。東部の低地帯は南北200km 東西200km (ケニア領のみ) にわたって第四系が分布し隆起珊瑚礁砂岩からなると言われているが何分低湿未開発のために詳細は不明らしい。その中にポツポツと丘陵をなして第三系が点在するので相当広く地下に分布しているものと考えられ石油探鉱の対象にもなっているがまだ成功していない模様である。内陸部ではビクトリア湖西岸 トルカナ湖周辺 ナイロビー近郊と後期中新世から鮮新世にかけての湖成堆積物が分布し珪化木と動物化石を産する。中新世からいよいよグレゴリーリフトの活動が始ってくる。

リフトバレーの生成史

リフトバレーの生成は先ずエチオピア ソマリアからアラビア半島にまたがる地域の始新世後期(約4000万年前)における上昇 漸新世(約3500万年前)へかけてのアルカリ玄武岩の大量の噴出で始った。この噴火は割れ目噴火の形式であり 広大な溶岩台地を形成した。中新世初期(約2300万年前)になるとエチオピアでは玄武岩の活動は中心噴火へと移って行ったが玄武岩の活動は南へ延び ケニアのトルカナ地方で始るようになった。しかしそれより南(グレゴリー・リフト)になると活動の様子が大分違って来るようである。中新世には東アフリカ全体が準平原化していたらしい。中新世後期から鮮新世にかけてグレゴリー・リフトの部分はケニアドームと呼ばれ2,000mに達する隆起をするのであるが前に述べた古生界以降の地層の配列を眺めるとその傾向ははるか以前からあったのだと考えられる。さてトルカナ地方の玄武岩の活動に対応して まず始ったのはケニア-ウガンダ国境地帯にネフェリナイトの中央火山が出来 ビクトリア湖の西岸にほぼ東西に延びるカピロンド地溝におけるカーボナタイト アルカリ玄武岩の活動であった。中央ケニアのグレゴリー・リフトでは中新世中期(約1100-1400万年前)に地殻が上昇しフォノライトが噴出し始めた。この上昇は約300mとみられており割れ目の始まる前ぶれだった。割れ目は中新世後期から鮮新世初期(約500万年前前後)にかけて西側に特に顕著な断層があり 東側では撓曲すると言う非対称的なものと考えられている。

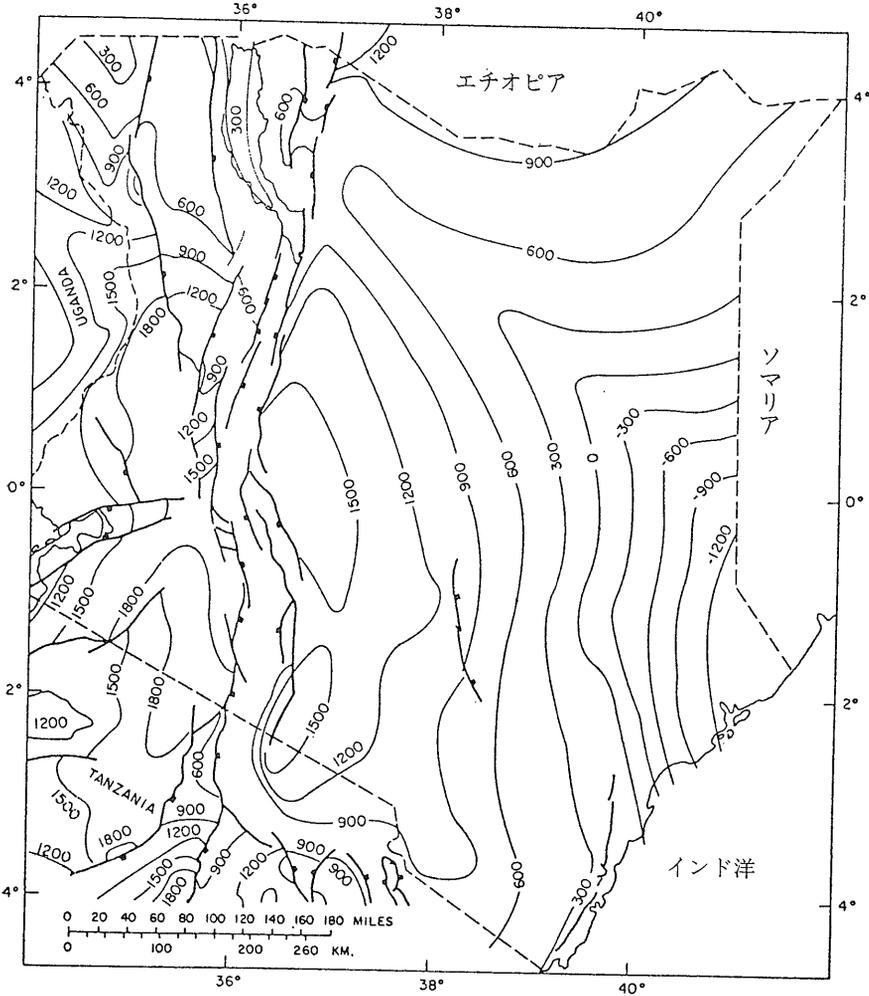
このフォノライトの噴出についてはエピソードがある。それはヤッタ・プラトー・フォノライトである。このフォノライトはナイロビーの北東 チカ附近のサブク山から南々東のツアボの東まで 延々180マイルというから約300km続く 幅2kmから3kmの溶岩である。これは周囲の先カンブリア界“ベースメント系”より100mから200m高いが溶岩の厚さは10~20mである。この西側にはアーチ川が流れていて 溶岩の高地とはほぼ並行している。このヤッタ・プラトーは長い間地質学者の興味の的であった(第7図の地質図参照)。グレゴリーは溶岩がこのリッジを覆い その周囲に流れ出した形跡がないこと 全体としての傾斜が1マイルについて30フィートを越えないことを理由に この溶岩は中新世の峡谷に沿って流下したものであり 周囲の“ベースメント系”は200mから300mにわたって削剝されたものであると結論した。

これに賛成する地質学者が多かったのであるがこれに反対論が現れた。それはドットソン(DODSON, 1953)である。彼は1枚の溶岩流は170マイルも流れることは出来ない。まして50フィートにも厚さがないフォノライトがこの距離を流動出来るだろうか。このフォノライトの構造からみて 1cmから5cmの大きさの斑晶を有し 細粒の石基からなるのをみても 溶岩はマグマ溜りの中で徐々に冷却し 地表で急激に冷却したし 粘性が大きかったはずである。谷を流れ下ったにしては支流の方へ溢れ出た様子がない。溶岩の基底部を29カ所観察したが 谷にある様な堆積物はみつからなかった。と言って流下説に反対し 数カ所でフォノライトの基底が破砕されていることをより所にし この長大にして狭いフォノライトは直線状の断層から噴出したとのみ説明されるとした。そして溶岩は噴出点から500ヤードと遠くへ拡がっていない。このドットソンの断層噴出説に

第1表 ヤッタ・プラトー・フォノライトの化学組成

SiO ₂	52.10		
Al ₂ O ₃	22.29		
Fe ₂ O	1.73		
FeO	4.10		
MgO	1.17		
CaO	2.42		
Na ₂ O	8.60		
K ₂ O	4.66		
TiO ₂	0.30		
P ₂ O ₅	0.46		
MnO	0.23		
H ₂ O ⁽⁺⁾	0.75		
H ₂ O ⁽⁻⁾	1.00		
Total	99.81		
		Norms	
		or	27.80
		ad	25.68
		an	8.34
		ne	25.56
		ac	—
		di	—
		ol	6.31
		mt	2.55
		il	0.61
		ap	1.34

Phonolite of Kapitian type, North-east of Amboni River, SMITH (1931). p. 240.



第8図
 中新世削剥面上昇(m)
 (BAKER et al. 1972)

対して ケニア地質調査所のチーフジオロジストは報告の序言で特に言及している。 やがてケニア地質調査所内でも反対論が現われる。

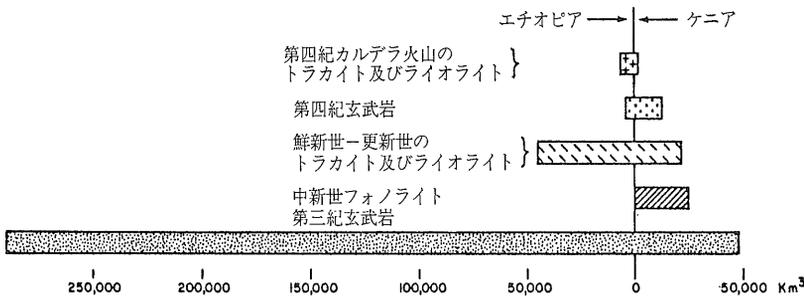
ウォルシュ (WALSH, 1963) はドットソンの調査地域の下流の調査報告の中でドットソンは溶岩流の厚さは50フィート以上にならないとしているが 転石の状態や削剝を考えればその2倍以上の厚さがあっただろう。 38カ所の基底部を調査した。 厚いブッシュのためにはっきりしない点も多く谷の堆積物はみられなかったが数カ所で 溶岩が現在の土壌と明らかに区別出来るもとの準平原の赤色土壌の上に乗っている。 フォノライトの岩脈などはみられない。 さらに液体の流動式に実験データを加え日本の玄武洞 神の浦 長浜などの玄武岩の溶融実験値を引用しているが一溶岩に気泡の多いことも考え合わせ ネフェリンとアノソクレス班晶の晶出温

度から 1100°C とみなし 粘性を水の 1000倍のオーダーとすれば 100フィートの厚さの溶岩流が180マイルの峡谷を流下するのに215日を要するとしている。

どうもヤッタ・プラトー・フォノライトは中新世の谷を流下した溶岩流で その基底面は中新世当時の準平原面を表すものとして隆起量算定の根拠ともなっている。 このフォノライトの化学組成を第1表に示す。 ナイロビーの南のケニヤッタ国際空港はナイロビー・フォノライトの分布している所であるが周囲はまったく平坦である。 このフォノライトもヤッタ・プラトーに続くのかも知れない。

一方逆にエチオピアからソマリアにかけては 中新世では静穏だった。

断層の生成は活動する火山岩の組成に変化を興えた。 エチオピアでは玄武岩から鮮新世の酸性岩へ ケニアで



第9図 東部リフト火山岩の噴出量 (BAKER et al. 1972)

はフォノライトからトラカイトへと岩質が変わって行った。この断層運動と火山岩の組成変化の結びつきは東部リフトバレーの発達に関連する主要な問題の一つである。

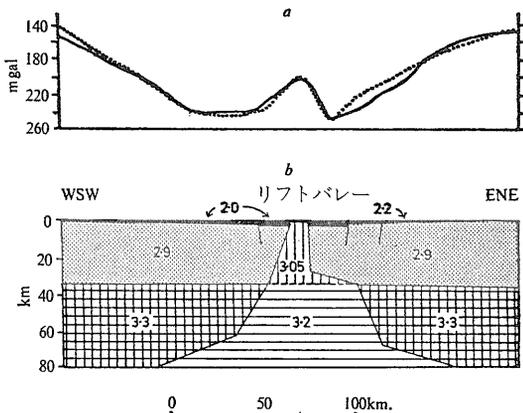
話を前にもどして鮮新世 (200—500万年前) にはケニアドームの上昇は 1,500m に達し その中央部は落ち込んで現在みられるような形がほぼ出来上がった。リフトバレーの内部ではトラカイトや玄武岩の溶岩が活動して埋め立て その一部は地溝の外へ溢れ出した。一方リフトバレーの外側にはケニア山とがキリマンジャロ山とかの中心噴出型の火山が活動を始めた。更新世以降 (約 200万年以降) では地溝の内部に断層破砕帯が形成され火山活動が引きつづき その中にはススワやメネンガイのようにカルデラを伴うものもあった。

この様なリフトバレーの形成史 火山活動の様子は第 8 図と第 9 図によく表わされている。

リフトバレーの構造

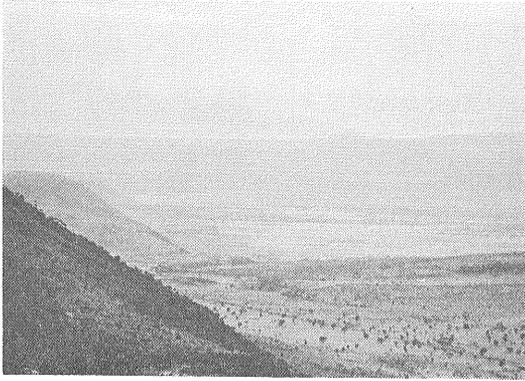
リフトバレーが裂け目であると この報告で最初から述べてきたがこのことはもともと自明のことだのではない。リフトバレーの構造が正断層なのかは長い論争の歴史があった。それが正断層であるとしたならば

中心部が落ち込みを受け入れてくれる構造がなければならない。外へ溢れ出した火山活動でそれが可能であろうか。リフトバレーと最初に考えられたのはドイツのライン地溝であった。それはヘルシニアン造山帯の中に三畳紀-ジュラ紀の地層が落ち込んでいる。この地溝に水や石油を求めてボーリングした結果では地溝内の地層が褶曲していることが明らかとなり地溝は張力よりもむしろ圧力を受けたかの感を興え 長い論争が生じた。地質的にこの問題に結着をつけることは難しかった。それは断層のベリポイントを見つけることが出来なかったからである。断層が正断層であるか逆断層であるかは決着がつけられずにいた。それが実際に観察されたのは 1929 年になって その間にトンネルが貫かれた時である。それは一連の階段状の断層であり断層帯の幅は 45 フィートあって 内側へ 55° の傾斜をしていた。そこでクルース (Hans Cloos) は早速湿った粘土を用いて実験にとりかかった。最初のモデルは二つの板の上にのせた粘土の層で その板は反対の方向に数時間に数 mm の割合で動かすことができる。この実験はさらに中心部をアーチ状に持ち上げると言うことにより自然の構造が全部見事に再現された。アフリカにおいては西部地溝帯のアルバート湖において正断層を示す露頭の存在と 斜面から順次内側において行われたボーリングにおいてそれが 65° の正断層であることが証明された (アーサー・ホームズ 竹内均訳 一般地質学 p. 1064)。



第10図 東部リフトバレーの構造 (BAKER and WOHLBERG, 1971)

リフトバレーの地下構造をたしかめるのはまず重力調査であり ついで地震探査であろう。東アフリカ台地ではブーゲー異常では幅 100km 最大 -150mgal で特徴づけられ 地震学的研究では厚さ 30-40km の典型的な大陸性地殻 ($V_p=6.6\text{km/s}$) からなっていることを示している。これを東西の両地溝帯のみに限ってみるとそれはいずれも幅 150-200km の 50-70mgal のマイナスの異常である。東部地溝帯に限ってみると その中軸部には 幅が 40-80km 振幅 30-60mgal の相対的にプラ



第11図 リフトバレー東の断層



第12図 マウント・マーガレットの小火口

スの異常が重なっている。地溝のマイナスの異常は比較的密度の低い火山岩により中軸部のプラスの異常は重い物質が貫入していることを示唆している。これらから東部地溝帯の地殻の開口量は約10kmと推定されている。このプラスの異常は南緯2°付近で消滅している。若しこの10kmを1,000万年で割ったとしたら1年について1mmにしかならないことになる。エチオピアではもって開口量が大きいと言われるがせいぜい2〜3倍であろう。

紅海からタンザニアに至るまでの東部地溝帯の地形地質を考えるとこれらを海洋底拡大説に結びつけて考えることになる。しかし先程の拡大速度は海洋底拡大の標準に比べてみて1桁も2桁近くも低いことを示している。最近エチオピアにおいて実際にジオジメーターによる測定の結果は真偽のほどは知らないが地溝に直角の方向に年平均3-6mmの割合で実際に延びてそうである。

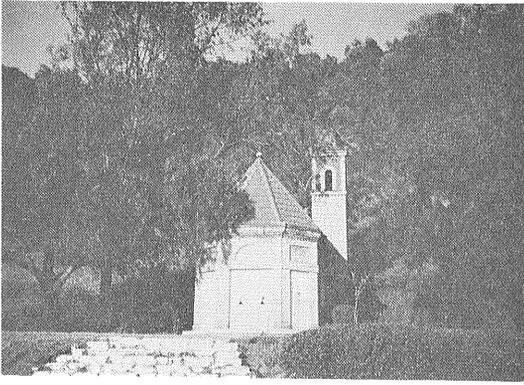
ともあれ東アフリカの東部地溝帯は北の紅海アデン湾に連なるものでありわれ目はエチオピアからケニアタンザニアへと次第に南へ及んで行った。それは地殻の分裂拡大の初期のものを示し成因的には海洋底拡大に連なるものである。しかし拡大速度が小さいと言うことは海洋にあるようなトランスフォーム断層がないことや大量の酸性アルカリ火山岩の活動を伴ったことに現われていると考えられている。「若しも東部地溝帯の構造が同じ拡大速度を有する様な海嶺の構造と比較されることが出来たとしたら大陸地殻の分裂が海洋拡大の現象に対して意義のある寄与をするに違いない」と言うのが最近のリフトバレー研究者の結言である。

リフトバレーを尋ねる

我々はすでにンゴン・ヒルからリフトバレーをかいま見たしフィッシャーズ・タワーも眺めたが改めてナイロビーからリフトバレーを尋ねに出発してみたい。とは言ってもせいぜい日帰り程度であるが。

ナイロビーからリフトバレーの中にある観光地と言われるナイバシャまで行くには約80km2時間足らずの道であるが二つある。一つは通常の従来からの国道でマサイマラ国立公園へサファリ見物に行く道である。他のひとつは通称アップランドと呼ばれている道路でパンアフリカンとして当時大規模な工事中だった。ナイロビーからリフトバレーの縁を通過して直接ナイバシャへ下る道である。我々はまず前者の道を進むことにしよう。

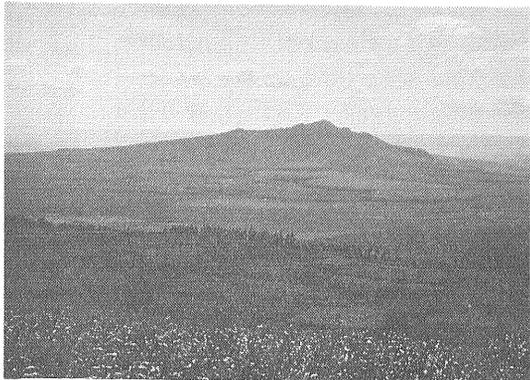
ナイロビーの中心道路を北に向って進むと左手はナイロビー大学である。構内も立派だし学生の数も多いらしい。右手に有名なナイロビー博物館があるがそれを過ぎると道はやがて左手へ少し曲がる。郊外へ出るとそこは富裕な農作物地帯である。コーヒー畑が広大に拡っていて時折みかける崖の土壌は真赤になっている。ナイロビーはおおよそ海拔1,700mでありそれが次第に高度を上げるのが何となく判ってくる。実際にこのあたりのリフトバレーの縁の高度は海拔約2,200mである。約50km行くとリフトバレーの縁に来るが最初のステップではまだ畑がつづいており知らず知らずのうちに第1段を下っていて2度3度と通過しないとその真相は感じられない。しかし突然視野が広がる時期待していたリフトバレーが眼前に拡っている。左手にはえんえんと連なる600mにも達する崖そのやや右手遠くには巨大なススワ火山が遠くにみえる。眼下の谷底はまばらながら緑が拡がりまったくの平坦と言ってよい。その中に小さな直径1.5kmほ



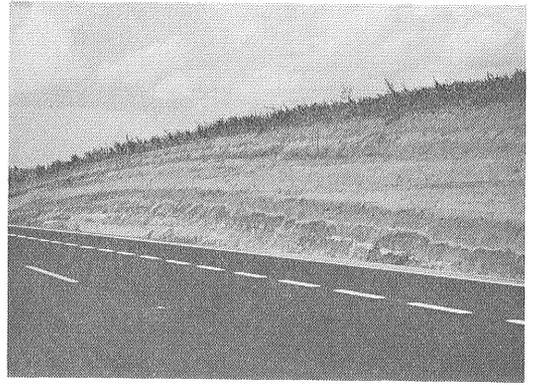
第13図 イタリア兵の霊を弔うチャペル

どの噴火口マウント・マーガレット（ロンタレンゴ）がみえる。それがまだ生々しく 噴出物を今周囲にほうり出したと言う感じである。右手にはロングノト火山がそびえ 麓には見事なテーブル状の溶岩デルタがいくつか重なっている。実はこの地点には露天の売場が多く一寸興を削ぐのである。あまり気にしないで しばらく生涯最初のリフトバレー望みの感激にひたることにしたい。

道はそのまま北の方へ崖に沿って下って行く。このあたりの標高差は約 500m であり その間にも小さなステップが 2—3 段みられる。谷底と言ってもそれは平坦な広いものであるが 崖の上の景観とはガラリと変わってしまう。植物がまばらで サボテンがすぐ目につく。道の下り口傍に小さなチャペルがポツンと立っている。堂守らしい者もない。聞くと此の道路は第二次大戦の時にソマリアで捕虜となったイタリア兵によって補修されたもので チャペルはその時に病死した者の為に建立されたものとのことであった。北のシベリアであっ



第15図 アップランドからみえるロングノト火山 火口と山麓の溶岩流が見事である。



第14図 アップランドの火山灰の露頭

た様なことが南のアフリカでもあったわけである。何か暗然とした感じをさせる所である。

約2kmで左に分れる道は マサイマラ国立公園へ行く道で やがてスワ火山へと行く道でもある。車は荒野の中をつつ走って次第に登りになって行く。ロングノトの麓を上って行くのだ。右手の斜面はリフトバレー東縁の崖が少しゆるやかになっていて 鉄道線路が下ってくる。しかしここで列車が走っているのは見たことがなかった。この鉄道の踏切の手前を左へ行く路がロングノトの登山道路である。道は分水嶺を越えるとここはナイバシャ盆地内で ほぼ真北に向って行く。後にロングノトの偉大な山容が 左手の下る斜面を鉄道が曲りくねりながらつづいて行く。ここで列車を1回みた。はるか向こうに野生のキリンを初めてみて感激したのもこのあたりだった。真新しい西の方へ向って行く高圧線はオルカリア地熱発電所からの送電線である。やがて湖の近くで 左へ別れる道路は 南岸を回ってヘルズ・ゲート フィッシャーズ・タワー オルカリア地熱発電所へ向う道だ。

ナイバシャ湖はリフトバレーの中で最も高所にある湖で その湖面は海拔 1,900m である。淡水湖であるが現在は流出口を持たない。昔はナイバシャ湖はもっと広がったことが湖成堆積物の分布からうかがわれる。その水はヘルズ・ゲートから南へ流れ出ていたに違いない。ところがロングノトの山体がその流れを止め 湖もまた縮小してしまった。現在の湖は南北約 10km 東西約 14km で淡水のためにフラミンゴは棲息しないが ナイロビーから近いために 訪れる人も多く ホテルも完備している。すでに本誌 312 号には小村技官の記事があるので御存知の方もあろう。ナイバシャ市街に近づくと右手に小さな断層があり トラカイトの崖がつづいている。



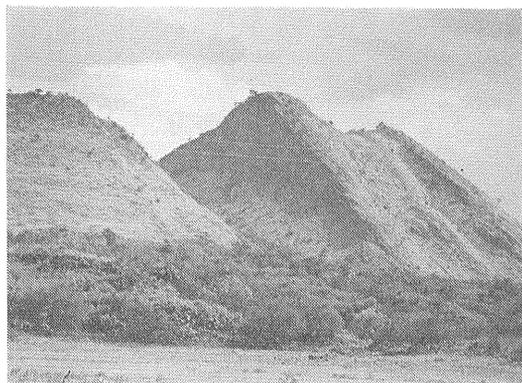
第16図 国道に近づいてくる野生のキリン。

道を他の一つアップランドにたどると 最初はナイロピーの北東を大きく回って北へ向う。途中に有るのは有名な私立の女学校だそうで 丁度花盛りだった紫色のジャガランダの花と共に 何か華やかな感じがするあたりである。やがて郊外は同じコーヒー畑がつつくが途中には国連の施設があったりする。リムルと言う少しにぎやかな街で鉄道を渡り リフトバレーの東縁に沿って北上すると リフトバレーを一望に見渡らせる場所にくる。この道は比較的新らしく 切り割りでも溶岩がよく露出するし 火山灰層の切り割りもあり 関東ロームを見ているのでないかと錯覚するほどである。丁度ロングノトがきれいに その火口までが見える所では 2層の軽石層がロームの中に挟っている。南から走って行くと 軽石層が次第に厚くなり また薄くなる。こんな所で火山灰調査をしたら面白いだろうなと考えるりする。この道は比較的变化に乏しい。何段かの緩い主に溶結凝灰岩からなるステップを下って行くと リフトバレーの底につく。このあたりも野生のキリンが多い。ナイバシヤに近づくあたりでは 3枚の溶岩流からなる崖がつつき 採石が行われている。

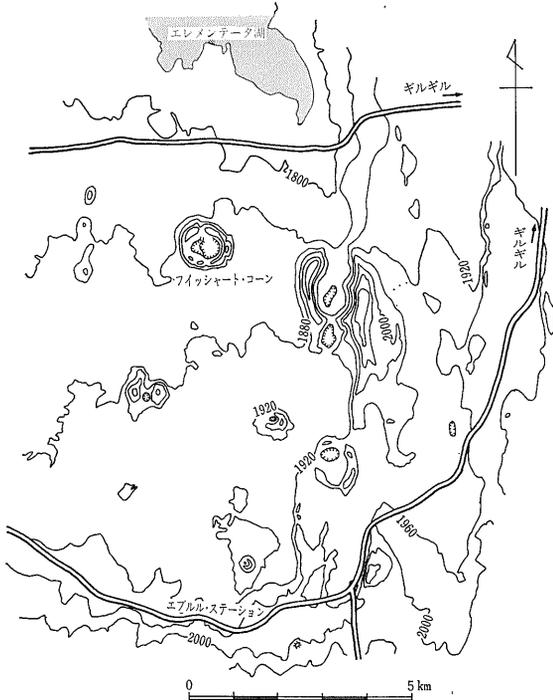


第17図 エブルル地帯から見えるフィッシュャート・コーン

リフトバレーの景観は 両側の壮大な断崖もさることながら 地溝の底に幾条となく並んでいる小断層の連なりである。それは落差が数mから数10mにわたり 断層に沿って地熱活動が活発な部分さえある。もし可能ならば ナイバシヤから北へ約12m進んで左手の道路へ行くと エブルル地熱地域になる。エブルルピークは海拔2,670m あるが その北斜面から下を眺めた光景は威観である。北へ向った断層が連なり その中に出て来たばかりと言う姿をした基底直径が約1,300mのラバドームは 黒曜岩からなるセダー・ヒルである。その下はるか向うに引き裂かれたばかりの山がみえる。直径約1,000m 比高約140mのそれは“引き裂かれた円錐丘”(fissured cone)と名付けられ ケニアの地質の紹介に写真入りのせられている名物である。フィッシュャート・コーンは玄武岩のスコリアからなる碎屑丘で その中央は凹んで火口となっている。引き裂かれた幅は約100mである。これをよく見ようとすると 北のギルギルからエレメンテータ湖の南を西に走る道路を行くと良い。野生の猿が出没する。火山碎屑物からなる内部はわずかに成層しているのがうかがえる。内部は今割れたばかりの様相を示し 侵食もさほどないし 崖雖も目立たない。先に示された年間1.0mmの数字を100mにあてはめると10万年の数字が出てくる。1桁大きくみても1万年である。碎屑丘自体の形をみても丁度阿蘇の米塚を連想した位である。このことは次に行ったメネンガイの景観でも感じたことであるが リフトバレーの最近の動きについて もう少しやれることがあるかも知れない。地形図をよくみると その2km西にも同様の地形があった。こちらの方は引きさかれた幅が約500mに達し 現地ではそれと気付かない位である。しかしその延びは明瞭な断層となって南へ連なり 先程みたセダー・ヒルはその延長上にある。

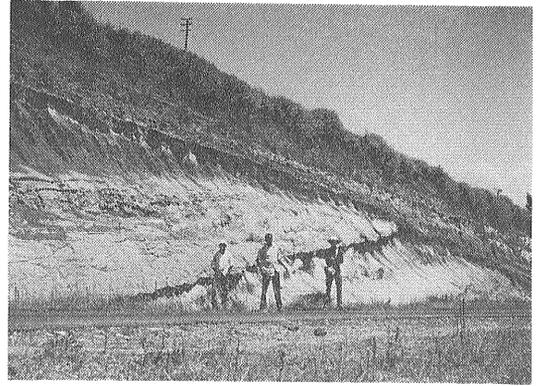


第18図 北側からみたフィッシュャート・コーン



第19図 エブルル-エレメンテータ湖間の断層地形。等高線は40m間隔。

エレメンテータ湖南岸の道を真直西へ行くと リフトバレー西側の境界である。平地に時にみられる露頭はかつてエレメンテータ湖やナクル湖の作った湖成堆積物がみられる。道が上りになると それは東側の境界とは異なって 明瞭な断層地形はみられない。次に15km以上のだらだら坂に 時折溶結凝灰岩の露出がみられる。西側に顕著な断層があって 非対称的と言う BAKER et al. (1972)の論説も この断面では首をかしげたくなるが上った所は海拔3,000m 以上にもなるマウ・マウンティンである。西側でも異常に高い所であり 何か地質的

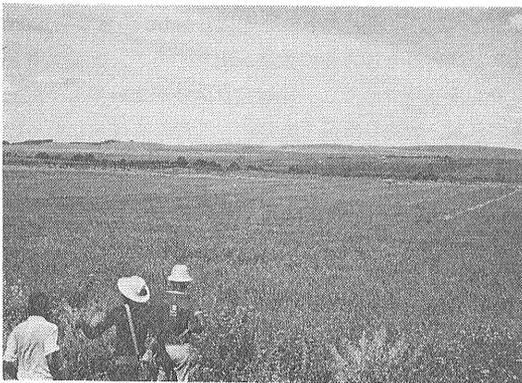


第20図 マウ・マウンティンの溶結凝灰岩

イベントがあるのかも知れない。

マウ・マウンティンは全く平坦な一面に続く農場だった。 独立戦争当時におけるマウマウ団発祥の地の名にも似ず 3,000m の高地は平和そのものにみえた。

昭和56年からケニアでは地熱発電所が 運転を開始した。 ナイバシヤ湖の南にあるオルカリア地域で 当初は15,000kW 次いで同規模のを2基計45,000kW を目指すのだと言う。 昭和55年秋には長崎から三菱重工業の技術者が2人出かけて 発電機据えつけ工事をしていたところだった。 これからは日本人の訪問も多くなるに違いない。 オルカリア地熱発電所を訪れる最も近い道は ナイバシヤ湖の南岸を約12km 進んで左に入る。しかしこの道はジープでなければ困難である。 正門は北から大回りするが 地質的にはあまり見るものはない。入るとコメンダイトの溶岩からなる崖が連なっている。ヘルズ・ゲートである。 現地では Njorowa gorge とも言う。 道は両側から迫る崖の間を進む。しかし底部は平坦で畑になっているところが多い。 やがて草原になると湖面から約60m 上って分水嶺となる。



第21図 海拔3000mのマウ・マウンティン



第22図 ヘルズ・ゲートのコメンダイトの崖

