

# ケニア・リフトバレー(2)

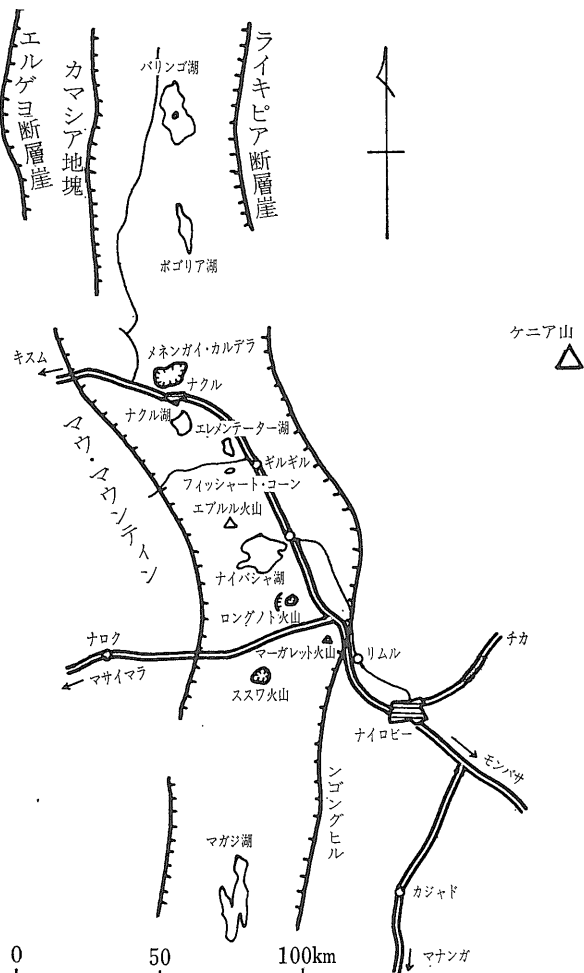
佐藤 博之(地質部)  
Hiroyuki SATOH

## メネンガイ火山

昔カルデラについての本をあれこれと漁っていた頃ふとネイチャー誌上でメネンガイ カルデラについての形成機構と言う小編をみつけたことがあった。著者はMcCALLと言う人でこの地域の図幅調査をやっていた人である。それは“当時大別されていたクラカトアタイプとグレンコウタイプのカルデラは成因的に重なり合うものでグレンコウタイプの形成機構はカルデラの大部分が含まれる原機構でありクラカトアタイプは特別な場合のものであって揮発性物質がマグマ溜りの中で特に豊富になった場合に起るグレンコウタイプの複雑化したものである”と言ったことが主にメネンガイカルデラの重力調査の結果やスワ カルデラに言及しながら述べられていた。メネンガイ カルデラの重力調査の結果は 準備中の正式報告で述べると書いてあったが 現地ですらその正式報告の図幅を読むと何も書いてないことを知った。

ともあれ メネンガイとかスワとか言う名前が頭のどこかに残っていたのは事実である。35mile<sup>2</sup>と言う文字がこびりついていた。

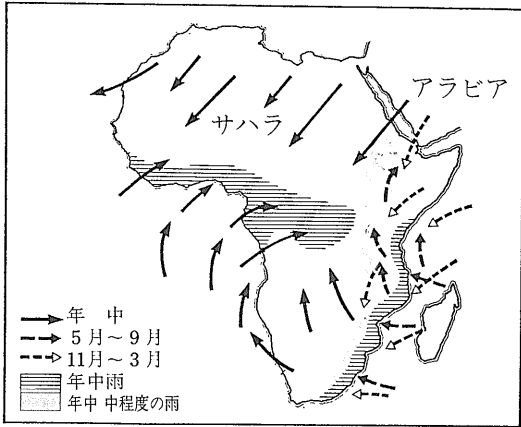
メネンガイ火山は南緯 0°13'40" と活火山カタログにあるが 正しく赤道直下リフトバレーの中にある。それはケニア第2の都市ナクルのすぐ北にあると言うよりナクルがメネンガイ火山とナクル湖の間にあるのだ。ナクルはわれわれの調査地エブルルから約1時間10分の位置にある。途中のギルギルまで毎日の様にポリタンクをジープに乗せて水の補給に行く。水はギルギルのガソリンスタンドですののだが その蛇口は物すごく細かい。ポリタンクに水をつめるのはスタンドの従業員に頼んで ジープは一路ナクルへと向う。一週間の汗を流し 生鮮品を買い入れるためだ。ギルギルの市街を出ると直ぐに地溝の底を走る断層を下ることになる。これは相当に大きく 落差も60m位あってトラカイトがよく露出するが何しろ時間が惜しい。眼下にエレメンテータ湖が見える。この湖はかん湖であり はるか彼方にピンク色の部分がわずかにある。フラミンゴの群集だ。道は下りながら断層に沿って北西に進むが 途



第1図 リフト・バレー中央部の火山と湖

中には湖成層の珪藻土を採掘しているのもみえる。断層を離れて更に北西へ平野の中を進んで行くと 平凡な形をした 山頂まで耕地になっているメネンガイ火山が前方に見えてくる。ナクルの市街はその左手に括っている。

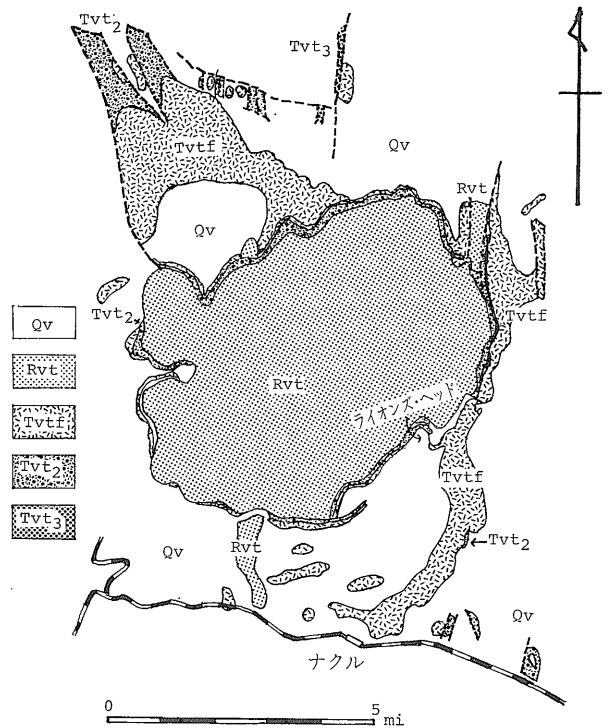
メネンガイ火山は基底直径が20km以上に達する火山である。とは言っても真の大きさは山麓が厚い軽石層と土壌とに覆われているため よく判らない。南東側



第2図 アフリカ大陸の風向 (CURTIS, H. A. ed, 1979)

ではナクル湖との比高は 海拔1,760mから2.280mと約500m あるが 西側ではほとんど緩やかで山体の感じがしない。活火山カタログには pseudo-shield volcano と記されている。その頂上に 12×7km のカルデラがある。メネンガイ火山は全体としてトラカイトから出来ている。McCALL (1967) の報告ではカルデラ内側の崖を調査して 280m を17の単位に分けている。トラカイトあるいはフォノライト質トラカイトの溶岩からなるが 崖の下から2番目の単位として 厚さ30mの軽石凝灰岩と 最上部17番目としてガラス質凝灰岩 6mを記載している。30mの軽石凝灰岩は 前に述べたマウ・マウンティンの凝灰岩に対応するかも知れないとしている。11-12番目の間に大きな時間間隙がある。17の次に急激な軽石の噴出が始まる。この軽石は東側に薄く 西側に厚く堆積した。これは日本やニュージーランドの例と逆で スワ火山でも西側に厚い。成層圏の中緯度における偏西風 低緯度における貿易風の影響が強く現われたもので 実際のちほど現実におめにかかった。この軽石の噴出からカルデラ形成が始った。主に降下軽石の形をとったようである。カルデラ形成は 1)地下深所におけるマグマの移動と マグマ溜めを保持していた天井の割れ目形成 2)急激な火山性ガスの放出 陥没によって形成された多数の割れ目からの軽石の破局的噴出 陥没を引き起す急激な圧力低下 3)空洞化による火山性大陥没地の形成の順に進んだ。McCALLは初めこのカルデラ形成を約 10,000 年前と考えたらしく 火山カタログにはこの値が採用されているが 正式報告ではトラカイトによる火山形成を鮮新世末期 軽石の噴出とカルデラ形成とを Lower / Lower middle Pleistocene リフトバレーにおける第3主要断層運動期としている。最後にカルデラ底におけるトラカイト溶岩の活動によって カルデラ底は埋めつくされた。

1984年2月号



第3図 メネンガイ火山の地質図 (Mc CALL 1967による)

Qv: 火山灰質土壌 Rvt: トラカイト (上部メネンガイ統)  
Tvtf: 溶結凝灰岩 Tvt<sub>2</sub>: フォノライト質トラカイト  
Tvt<sub>3</sub>: フォノライト

この溶岩の活動の最後のものは植生から考えても数世紀以内のものである。溶岩は結晶質のものから 縞状黒曜岩様のものまであり 表面は氷河の流れにも似たパターンを示している。数カ所に噴石丘状の高まりがあり 噴気孔がある。その温度は 70°-94°C であると言う。



写真1 国道からみたメネンガイ 左手がナクル

第1表 メネンガイ火山の岩石の化学組成

	A	B
SiO <sub>2</sub>	61.58	63.40
TiO <sub>2</sub>	0.65	0.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.13	12.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.11	3.50
FeO	3.75	5.70
MnO	0.39	0.40
MgO	0.44	0.31
CaO	1.09	0.99
Na <sub>2</sub> O	7.10	7.95
K <sub>2</sub> O	4.95	4.55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.11	0.10
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.41	0.24
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.62	0.03
Total	100.33	99.96
Q	0.33	7.45
or	29.28	26.72
ab	45.45	37.23
an	-	-
ne	-	-
ac	13.22	10.17
di	4.04	3.66
wo	-	-
hy	5.08	8.79
ol	-	-
mt	0.79	-
he	-	-
il	1.23	1.37
ap	0.27	0.23

A : Menengai trachyte. Lion s Head

B : Pantellerite trachyte.  
Menengai Caldera floor  
(McCall, 1967)

溶岩や軽石堆積物中には サイアナイトの岩片が多く含まれる。

メネンガイ火山の岩石の化学分析値は McCall (1967) によって山体のものとカルデラ底のもの1例づつあげられている。 山体のトラカイトは鏡下では石英はみえないがノルム石英がわずかに出現する。 カルデラ底のは過アルカリ岩であるパンテレライト質であり 有色鉱物としてはエジリン リーベック閃石 カトホル閃石更にかんらん石が認められることがあると言う。

ここで今まで出て来たアルカリ岩について簡単に説明しておきたい。 火山岩の分類は多様であり すでにみた様に酸性でガラス質になると 化学分析値によって鏡下の観察と合わなくなることもある。 極めて一般的にそして今まで出て来た酸性のものに限れば 準長石と長石を目安にするのが便利である。 有色鉱物はアルカリ岩に特有のものが多く どの型にも伴うので 特別な場合の外はあまり考えない。

準長石族はリューサイトとネフェリン(霞石)であるがここではほとんどネフェリンである。 準長石族とアルカリ長石(サニディン又はアノソクレース)が含まれる酸性アルカリ岩がフォノライト(響岩) で大筋に誤りはない

だろう。 有色鉱物は黒雲母からかんらん石まで含まれる。 かんらん石は鉄かんらん石で ケニアイトとかケニア型と呼ばれるのは Gregory がケニア山で初めて見つけたのによる。 アルカリ長石だけ又は僅かに珪酸鉱物を含むのがトラカイト(粗面岩)である。 石英を多く含むようになるとライオライト(流紋岩)となる。 酸性岩の他の面の区分としての過アルカリ岩は パンテレライトとコメンダイトとがある。 いずれも分子比でNa<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O > Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の化学組成を示す。 SiO<sub>2</sub>は70%以上に達する場合が多い。 ノルムでもモードでも一般に石英が多い。 アルカリがアルミナを使ってアルカリ長石を作り 斜長石を作ろうとしてもアルミナが無くなっているので珪酸がいくらあっても斜長石を作るわけにいかず 余ったアルカリはアルカリ輝石や角閃石を作る。 過アルカリ岩は地下深部の構造に由来するもので プレート境界に多いと言われ リフトバレーにも多くみられる。

さてメネンガイ火山で先づ訪れるのは東麓の採石場である。 ナクルに入る手前を右手に約 3 km 北上すると近代的な採石場がある。 報告にも記載されていて 最下部にトラカイト その上に約6mのガラス質凝灰岩 最上部に軽石マントルとなっている。 降下軽石堆積物は層厚 1m で 成程東側で薄いと実感させられる。 ガラス質凝灰岩は空中降下ではなく流下堆積物だろうと記されている。 採石しているのはトラカイトである。 記載によれば 溶岩の表面は南東へ60° 傾斜しておりメネンガイ火山の溶岩で最も急傾斜であるとあるが 私達が訪れた時はもう溶岩はほとんど水平だった。

道を引き返し ナクルの市街からメネンガイの登山道

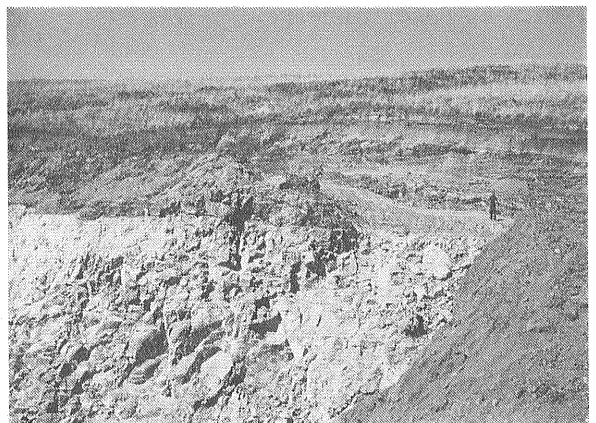


写真2 メネンガイ火山東麓の採石場  
(人の所が ガラス質凝灰岩)

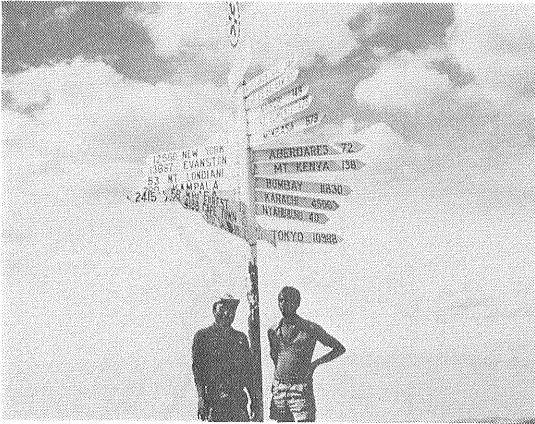


写真3 ピクニック・サイトの距離板

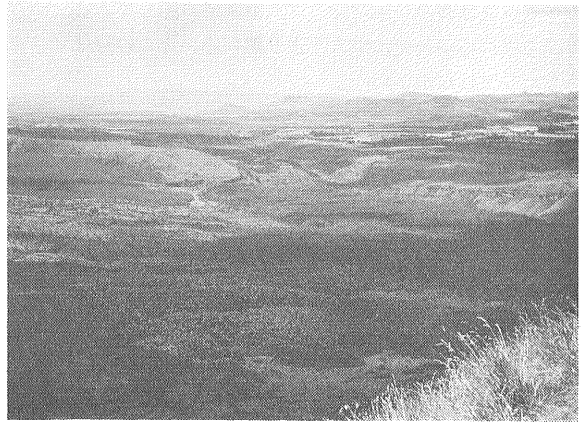


写真4 北側の割れ目からカルデラの外へ流出した溶岩流

路に車を向ける。標識が良く設置されていて容易である。道路も立派で両側が農地になってる故か荷物や水を運搬する牛車とひっきり無しにすれ違う。長い坂道を婦人が水桶をかついでるにも会った。最終地点はピクニック・サイトと言う三角点で 海拔 2,260m である。

さすがにここの景色は素晴らしい。三角点には国内外の各都市へ方向と距離が示されている。東京までは 10,988km といやに精しい。ここは裸地で草がわずかに生えている。来た方向 つまり北の方へわずかに下ると Lion's head と言う所で McCALL が 280m の柱状図を作った所である。

右の方からみるとこのカルデラ縁は南北方向の断裂によって 東西に引き裂かれているのだ。引き裂かれた距離は約 600m 年 1mm とすれば60万年である。その間からカルデラ底の溶岩流が外へ流れ出している。実は Mc CALL (1967) の報告では 新期の溶岩はカルデ

ラ壁によって制限されていると書かれてあり この付近の地質図も溶岩流とガラス質凝灰岩との色がよく似ていて記号がないためにどちらとも言えなかった所である。しかし確かにカルデラ内部の溶岩流が カルデラの割れ目から外へ流れ出ていることに間違いはなさそうである。事実この裂目を北の方から観察した人達も 確かに溶岩流が溢れ出ている現象を示していると言っていた。

前方のカルデラ底は生々しい溶岩流の跡そのものである。何層かの流れが重なり合って 流動のグループがはっきり判り その上に植生の違いが更に生々しさを引き立たせているのだ。はるか向うには対岸のカルデラ壁が見える。ここは何か自然の神秘と雄大さを重ねて見せてくれる所と言う気がした。ただ残念だったのはカルデラ底内の噴気孔が判らなかつたことである。

一番左手はカルデラ壁である。日本でならば早速下りて行つてと言う所であるがここはそうは行かない。

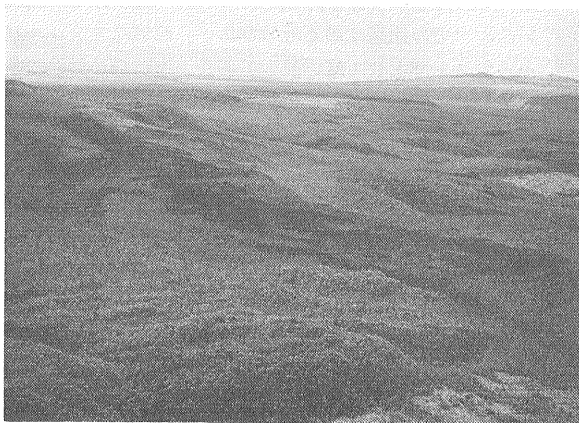


写真5 カルデラ内の溶岩流



写真6 ピクニック・サイトから南のカルデラ壁

カルデラ底は西の一部を除いて人跡未跡の感じである。時間の経つのがいやに早く 去り難い思いをこの時ほど感じたことはなかった。

こうなると対岸の方に行ってみたいし カルデラ底に下ってみたいのも人情と地質屋の性かも知れない。次のチャンスにナクルの市街を抜けて西へ回って行く。北上する国道から右へ1km 少し行くとカルデラ縁へ出るはずなのが なかなか迷うことしきり。あたりは低平?な農場がつづいている。迷ったあげく人家にたどりつき 道をきいた所がカルデラ縁だった。カルデラ底に下る道はすぐ左手だった。メネンガイのカルデラは大局的には北東—南西方向の矩形で 西北側に副次的な凹地があって2重になっている。その境が半島の様につき出ている そこを下るのである。下る道路は降下軽石堆積物の累重だった。厚い厚い。約30mはありそうである。それが何回かの休止期を挟んで累重している。これを系統的にサンプリングしたい気持が生じるのだが それをぐっとこらえて写真だけで我慢した。カルデラ底の道路は地図にない。どこをどう走ったか植生も厚く 一回りして4km ばかり走り カルデラ壁にぶつかったのでそこでサンプル採取したら 下りたすぐ近くだった。

メネンガイは交通の便もよく 何よりもその雄大さがあとあとまで心を引きつけるカルデラだった。

### エブルル火山

エブルル火山はわれわれの地熱調査地である。それはナイバシャ湖の北にある複合火山で 多くの噴火口 溶岩円頂丘 碎屑丘からなる。南北に多くの割れ目が

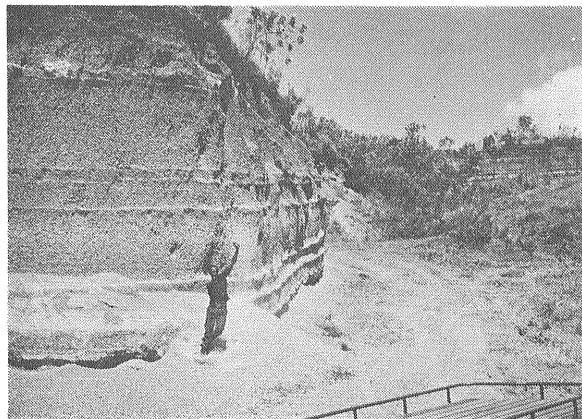
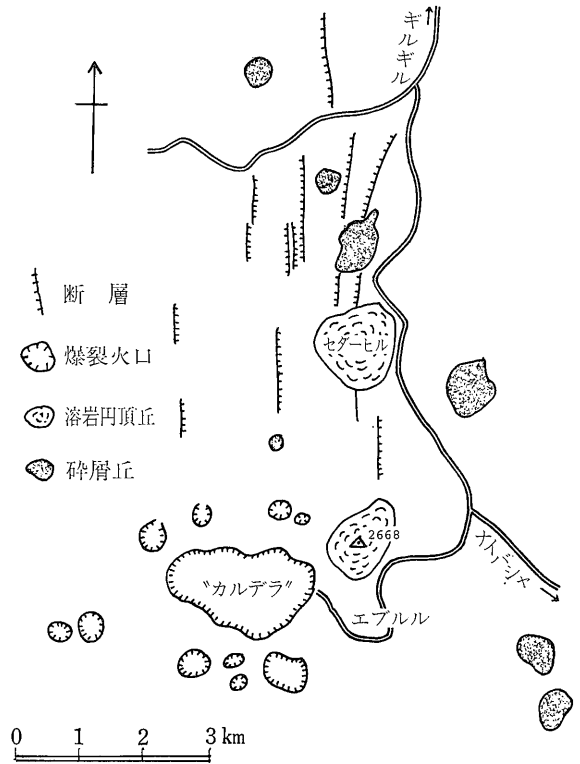


写真7 カルデラ西壁の降下軽石堆積物



第4図 エブルル火山の地形

走り それに沿って水蒸気が出ている。最高峰はエブルピークで海拔2,668mであるが比高は数10mと言う小高い丘である。付近はなだらかな緩斜面であり 一面に除虫菊やメイズの畑となり 多くの農家が点在している。ここには川と言うものがない。住民の水は噴気を凝縮したものである。噴気孔にトタンで囲った筒型の凝縮筒をあて 根本の所に水槽を置いている。裕福であるほどこの筒が長い。つまり早く水がたまると言うわけである。南側は急傾斜でナイバシャ湖に向っている。その比高はおよそ600m。西側はエブルルフォレストであり 厚い植生があり 道路がわづかに走りそれ以外は通ることは禁じられている。バファローが出るのだと言う。

エブルル火山は大小の爆裂火口が散在し それと断層とから多くの噴気孔や硫気孔がみられ 古くから地熱地帯として注目されて来た。ケニア地質調査所により何度も調査が行われ ガスや水蒸気の分析も多い。変質帯の一部にはカオリンの採掘が行われた所もある。しかし有史以来爆発は記録されていない。日本調査団が入ったのはこんな所だった。エブルル地熱地帯から北のセダー・ヒルやフィシャート・コーンを見た光景につ

いてはすでに述べたので ここでは地質の概要について軽く触れることにしたい。

エブルル地熱地帯はほぼ東西 6 km 南北 9 km にわたっている。エブルル火山の基底を作るのは溶結凝灰岩溶岩 厚い降下軽石堆積物であり 軽下軽石堆積物には黒曜岩の岩脈が多く貫いている。エブルル火山そのものは溶岩円頂丘・碎屑丘と北の方の玄武岩溶岩であり 爆裂火口の地形や断層に沿ってある噴気孔・硫気孔である。地表には降下軽石堆積物が 2 層認められる。岩質的にはコメンダイトが多い。その層序は第 2 表の通りであるが 何しろここには地名と言うものがエブルルとセダー・ヒルしかないので大変である。調査団で適当に帽子を忘れたら「帽子山」と言う工合に命名しようかなど話もあったが 結局これからのことも考えて無名のままでおくことにした。

地質調査で最も難点となったのは沢の中を歩けないことだった。岩石・地層の関係は平面的にしか観察することが出来ない。畑または原野の中で沢にぶつかると必ず人夫は「デンジャラス」「インポシブル」である。こうなったら絶対沢の中に下ることは不可能である。のぞきこむようにして出来るだけ断面を見るのが関の山だ。調査地域の中で最も広い面積を占めるオル・ドイニョ・オプル降下軽石堆積物と黒曜岩岩脈の関係がそれである。軽石が続くかと思えば流理構造を持つ黒曜岩にぶつかる。この関係が明瞭になったのは調査も終りに近づいて 偶然にも或る崖に接近出来た時だった。

この様に作られた模式的東西断面図は第 5 図である。

日本調査団は地質の外に変質帯調査・地球化学調査・地球物理調査(1m 地温分布・比抵抗)などを行い 次のケニア側による 400m 試錐を待っている段階である。

ナイバシャ湖周辺の岩石は 18 世紀の終り頃からいろいろ記載されて来た。1937 年には BOWEN によって 4 コの酸性岩の分析値が発表されている。その中にはかんらん石や単斜鉄珪輝石を含むライオライトがあり エブルル産の黒曜岩もある。1963 年にナイバシャ地域の

第 2 表 エブルル地域の層序

エ ブ ル ル 火 山	エブルル-a 降下軽石堆積物
	エブルル-b 降下軽石堆積物
	火山性土壌
	セダー・ヒル溶岩円頂丘
	古期バドランド玄武岩 溶岩円頂丘・碎屑丘
基	黒曜岩溶岩
	エブルル・ピーク トラカイト
盤	オル・ドイニョ・オプル降下軽石堆積物(黒曜岩岩脈を伴う)
	フォノライト及びコメンダイト溶岩 溶結凝灰岩

図幅が THOMPSON と DODSON によって発表され この地域の地質が明らかになった。岩石については MACDONALD ほか(1970)などにより 明らかになりつつある。

メネンガイから南へ向ってギルギル市街から右手へ別れてエブルルに向う。ギルギル市街の南に採石場がある。地質図ではトラカイトになっており 鉄かんらん石を含む過アルカリ岩である。牧場の中の道路を進むと行手に見えるのが エブルル地熱地帯である。比高

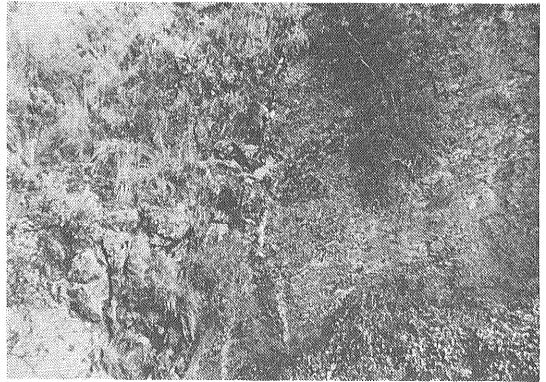
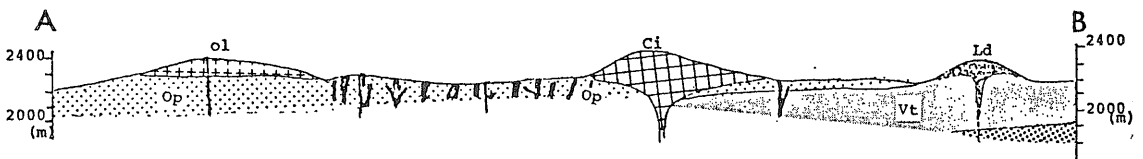


写真 8 降下軽石堆積物(右)を貫く黒曜岩岩脈(左)



第 5 図 最下部・溶結凝灰岩 Vt: フォノライト及びコメンダイト溶岩 Op: オル・ドイニョ・オプル降下軽石堆積物(黒曜岩岩脈を伴う) Ol: 黒曜岩溶岩 Ld: 碎屑丘 Ci: セダー・ヒル溶岩円頂丘





写真9 北からみたエブルル地熱地帯

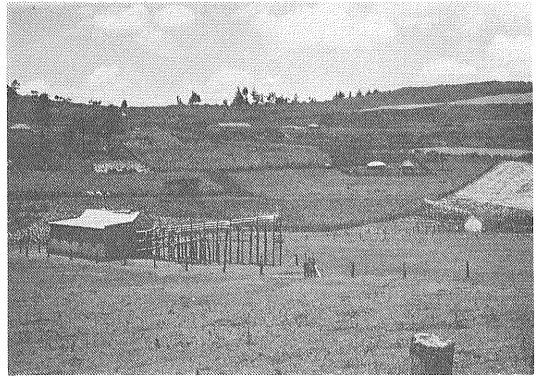


写真10 エブルルにおける除虫菊の乾燥小屋

約600mのなだらかな斜面に 南北方向の断層が走っている。この断層に沿って噴気孔や硫気孔がみられる。ここは前回でエブルル地熱地帯から北の方のフィシャート・コーンを見下したのと丁度逆の方向にあたる。少し左手にある溶岩円頂丘はセダー・ヒルである。

やがて坂道を上ってセダー・ヒルの横を通ると道の左手に噴気帯が見える。三又路を右手へ行くとエブルルの部落である。教会・小学校・村役場もあり 噴気を利用した除虫菊の乾燥小屋がある。途中の道路傍には2層の降下軽石堆積物が見られる。どの爆裂火口から噴出したものは遂に分らなかった。

爆裂火口で最大のものは通称カルデラと呼ばれる長径東西2km 短径南北1kmのものである。火口壁の状況からみると最も古く 2つの火口が合一したものかも知れない。この火口壁の東側に最も強い噴気と変質帯がみられる。変質は白色でカオリンが主のことである。火口底は広く畑となっており 住民も多く 凝縮

した水を貯めるタンク 家畜の水飲み場も作られている。地形の新しい爆裂火口には一般に硫気帯や噴気帯を伴うことが多い。しかし溶岩円頂丘や碎屑丘には地形的に新しくとも その様なものはみられないのが普通である。

エブルル地域は今やオルカリアに次いでケニア第2番の地熱発電地を目指し 日本-ケニア両国の間で調査が進んでいる。ケニアの地熱開発についてはすでに本誌302号に馬場によって概観が述べられ オルカリア発電所については最近金原によって紹介されている。日本の国際協力による地熱発電が1日を早く成功することを祈るものである。

### ロングノト火山

アップ・ランドで東から見たロングノトについては既に述べた。この火山は地熱調査地であるエブルルとナイバシャ湖を挟んで向い合っている。設営地で朝夕

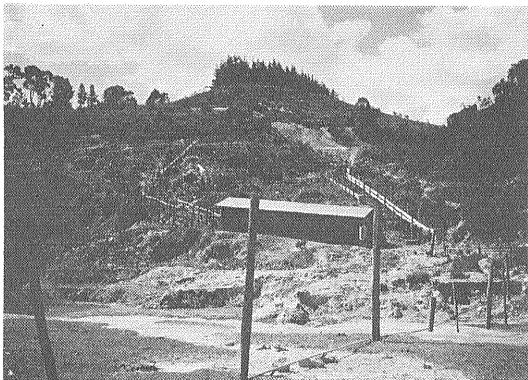


写真11 エブルル地域最大の地熱地帯(カルデラ東端)

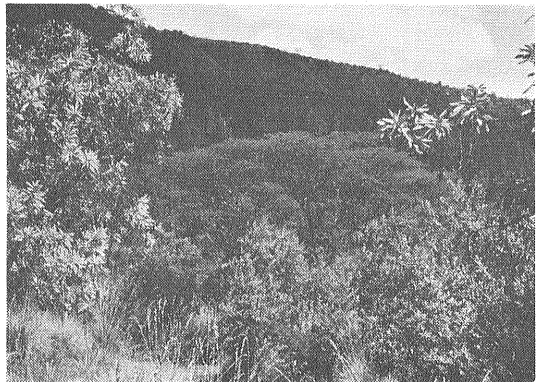
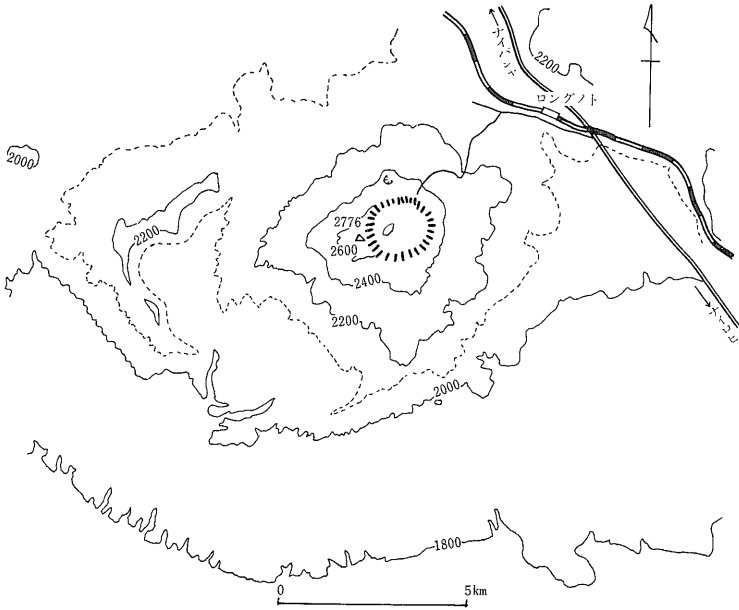


写真12 エブルル地域 爆裂火口の一つ



第6図 ロングノト火山の地形図

いやでも眼につくのはロングノトの姿だった。夕方は湖の左手のナイバシャに電燈が美しく灯っている。実はあれは刑務所だそう。その右にロングノトが黒い影をなしている。美しいのは朝だ。次第に明るくなって行くロングノト。時には朝焼けで背景が赤くなっている。アフリカン・リフトバレーにはロングノトの火口内でスチームが上っている写真があった。一度あの山に登ってみたいと思って 調査の合間に人夫のサイモン・ンガンガに聞いてみた。ロングノトに登れるか。登れる。お前は登ったことがあるか。あるあると言う調子のよい返事である。しかし周囲はサイモン・ンガンガの言うことは信用出来ないよと忠告してくれる。だがすでに火口内の写真もあるし 噴気口の数も昔から数えられている。地図には道もついているし 1893年にはグレゴリーも登っているのでないか。それで天気の良い日曜日に人夫をつれて出かけることにした。

ロングノトはさほど大きい山ではない。火口縁までの比高が約 500m 山頂に直径 1.8km ほどの火口がある。丁度有珠火山位を感じた。ところが地形図をみると その西に半円形のカルデラ壁らしいものがある。地質図では火山灰に覆われていて 付近の谷底にはライオライトが示されているだけだ。ロングノトは直径約 10km 程度のカルデラの中に生じた中央火口丘に相当するらしい。カルデラの東半分が失われ カルデラ中央よりわづか東寄りにロングノトの山体が出来たわけである。山体の基底直径は約 8 km 基底高度は海拔 2,140 m 最高点は火口は西端で 2,776m 火口底は 2,420m で

ある (ケニア政府発行の 5 万分の 1 地形図によった数字で 活火山カタログの数字とは多少異なる)。山体はトラカイトの溶岩からなる。山麓には溶岩流が見事な卓状をなしているのは既に見た通りである。その時代は更新世最末期—完新世最初期と考えられている。その前のカルデラについての情報は全くない。ロングノトの現在の山体はガンブリ多雨期の後の活動になるので 湖成堆積物を覆うことになる。その後山頂に大きな火口が出来上り 火山灰が完新世中期以後山麓を覆った。溶岩の上には枯れた杉が見られる。これは過去の湿潤だった時代を示している。山腹の北と南によく保存された寄生火口があり そこから流れ出たと思われるトラカイトの溶



写真13 エブルル調査地から ナイバシャ湖をへだててみられるロングノト火山



岩流が下の方へ続いている。溶岩流の北の方のものはアア型で その上には植生がほとんどない。ロングノトの噴火は1880年代に初めてこの火山が知られて以来記録されていない。しかし土地のマサイ族の老人によれば これはリーキー (L.S.B. LEAKEY) が 1928 年に聞いたのであるが約 60-70 年前に北側の山腹で火口から火が噴出したとのことである。前記のトラカイト溶岩流はそれに相当するのかも知れない。

ロングノトの溶岩について 今までは図幅(THOMPSON and DODSON 1963)にしたがってトラカイトとして来たが ガラス質パンテライト フォノライト質トラカイト 石英トラカイト アルカリライオライト等が各研究者によって報告されておることが活火山カタログに記されており 未だ研究が行きとどいていないようである。

我々の車はナイバシャから国道を南へ一路進んで行く。行手にはロングノトの山容が正面に横たわっているのだが それがぐんぐん大きくなって来る。ロングノトの市街を少し行ったあたりで鉄道踏切があり それを越えて国道から右に入る。今度はすごい埃だ。細かな灰色の火山灰が 車の前後にもうもうと舞い上り 一回止ったら大変である。約 3 km 行って今度は左へ折れ道はますます悪くなる。約 2 km 進んで海拔 2,210m の所が登山口である。ここから溶岩流の第 1 段の急坂を登ることとなる。とは言っても溶岩が見えるわけではない。深い雨裂に見えるのは灰色細粒の火山灰の累重である。岩粉を吹きつけた様なもので 一列で裸地を上ると前の人間の立てた埃で大変だ。第 1 段のテラスに出て平地を進む。すぐにまた急坂になる。約 70m 登って広いテラス。この奥から最後の 180m の急坂である。そこで大休止して下をみるとナイバシャ湖がはるか北にかすんでいた。180m の急坂をあえぎながら



写真14 ロングノト山腹の火山灰

何しろ海拔は 2,500m なのだから 25分かけてやっと登った所が火口縁だ。

ここは海拔約 2,560m だから火口底まで垂直の様な崖が 140m ある。底は人跡未踏と言った感じで一面の緑が拡っている。落ちたら最後と言う感じが高所恐怖症の身に迫ってくる。何よりも 5 人の人夫達のはしゃぎ様が気にかけて仕方がない。火口縁には道がついていて 西側の最高点まで行けるらしいのだが止めることにした。人夫 2 人位なら行ったかも知れないがと 5 人も連れて来たのを悔んだのだった。それと見えるはずの噴気が全然見えないのだ。たしか西側の壁だから真正面に 1945年には30カ所 1950年でも16カ所上っていたはずの水蒸気が 1 つも見えないのにガッカリさせられたのだった。後から登って来たユーロピアンが 2 人山頂への道を上って行った。だが私はそれに続いて山頂まで行く気はしなかった。同行の人夫達は登山の経験が少いのか まだはしゃいでいる。一步誤ると火口である。30分下山開始。ジープにたどりつくのに 40分とかからなかった。その頃山頂から見えていた家

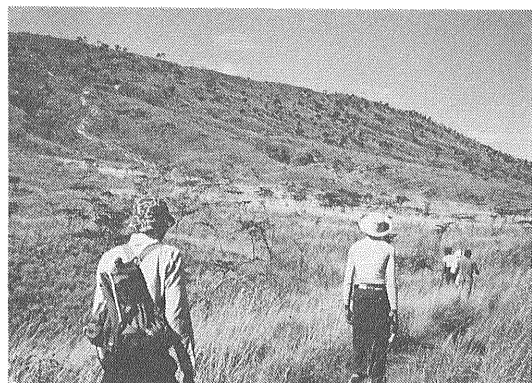


写真15 最後の登りにかかる

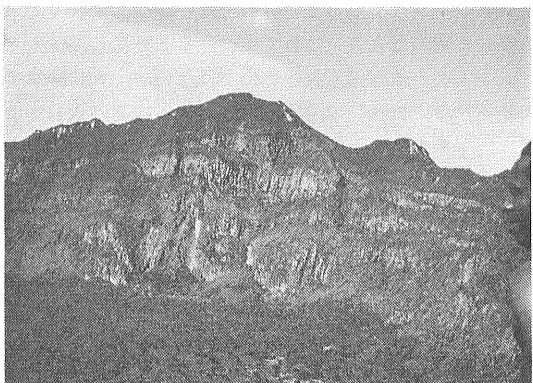


写真16 ロングノト火口 以前には正面の壁から水蒸気が上っていた

族連れと漸くすれ違った。彼等は朝ナイロビから出て来たのであるが乗用車のためにはるか下で車から離れねばならなかったのだ。

帰りは国道を通らないで農道をナイバシャ湖へ出るつもりだったが結局駄目。地図には道はあっても補修なし。新旧のトラカイトを採取出来たのがせめてでこの日のロングノツアは終りを告げた。

## スワ 火山

スワ火山はロングノツ火山のすぐ南にある。最高点こそ海拔2,350m 余りであるが基底直径が20km以上と言う堂々たる火山である。その中に直径が10kmと5kmの2重のカルデラがあると言う。何よりも興味を引いたのはスワには溶結凝灰岩とも溶岩ともつかない変な岩石があると言うことである。一方はイグニブライトに似たフロス・フロー・ラバ (froth-flow lavas) と言うし他方はケニア・イグニブライトと主張する。共同でスワ火山の論文を書いた2人が1960年代初めのネイチャー誌上で論争していた。その中にグローブル・ロック (globule rock) と言うまで加わって来た。遂にアメリカが乗り出して来て1979年のアメリカ地質学会特別報告 no. 180 の中にスワ山のグローブル・イグニブライトなる一編が収められた。つまり溶結凝灰岩に軍配が一応上ったのであるがなかなか議論はむづかしい。

次に興味あるのはカルデラの形である。こちらで入手していた論文(McCALL and BRISTOW 1965) ではカ

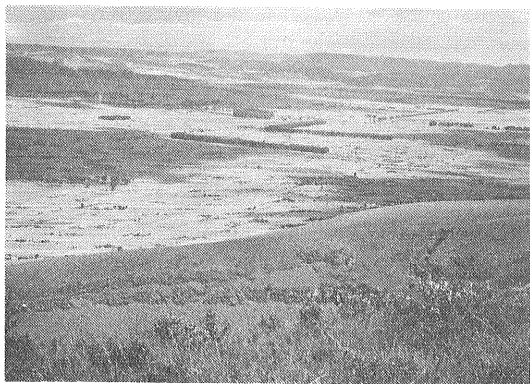


写真17 ロングノツから北東方向を望む

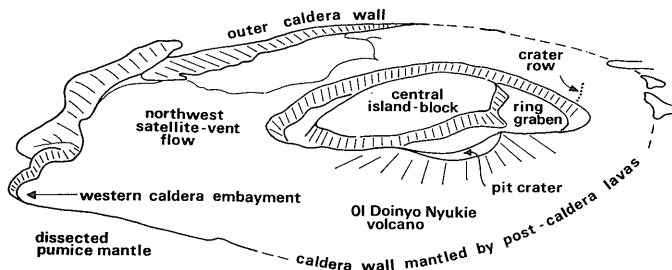
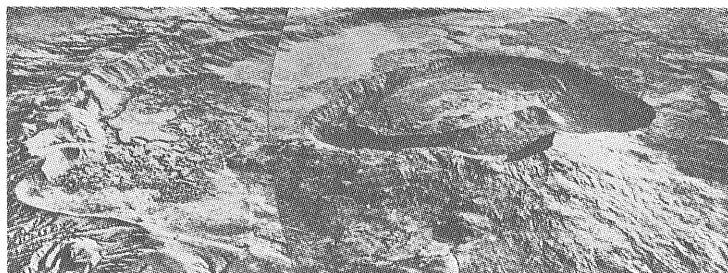


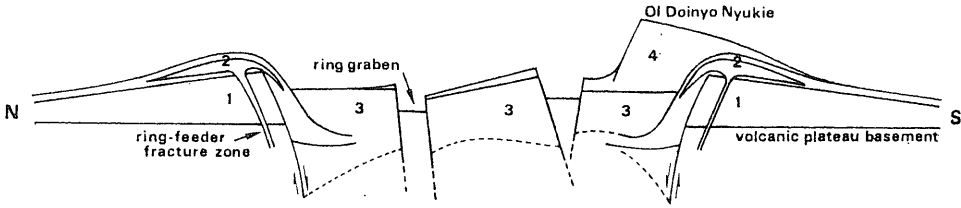
写真18 南西からみた スワ火山 (JOHNSON, 1969)

ルデラは二重になっており2番目のカルデラがユニークらしい。ring graben とか island block とかの言葉がしきりに出て来るのだがどうもピンと来ないのである。現地に着いて5万分の1地形図が入手出来たのでさんざん首をひねって読図して漸く形のみこめた。幸に地質図だけだが12万5千分の1の図幅(RANDEL and JOHNSON 1970)も買うことが出来た。これは面白いカルデラだ。是非行ってみたい。グローブル・イグニブライトも何とか採取したいと考える様になったのは当然のなりゆきだった。中に噴気孔もあるのではないかと言うのは後でつけた理窟である。

或る日一日の仕事を終えて設営地の前で日向ぼっこをしていると学校帰りの子供達が行く。子供の制服は青色である。一寸話しかけて教科書を見せてもらった。彼等は初級学校では英語が必修である。その英語の教科書をめくっているとスワの溶岩トンネルの話があった。そこで持って来た文献の中にスワの溶岩トンネルについてネイチャーの短報があったのを思い出した。そう言えば未だ読んでいない。あわててその晩に目を通したことを思い出す。

日本に帰って来てから見つけたJOHNSON (1969) の論文に出ていたスワ火山の写真が写真18である。百聞は一見に如かずとよく聞くが正しくこれである。「しまった」と思ったがもう遅かった。

スワ火山について最初のまとまった報告はMcCALL and BRISTOW (1965) のそれである。スワ火山はマ



第7図 スワ火山の理想的南北断面図 (NASH et al, 1969)

サイ族の住む地域にあって Gregory 以来断片的に報告されて来たが まともに調査では近寄れなかったらしい。特に深い ring graben で囲まれた後出の island block は全く人跡未到の地だった。60年代の前半に JOHNSON が調査をし その報告が1969年に出版された。同年彼が採取した岩石についての報告が NASH, CARMICHAEL and JOHNSON によってなされた。先程の変な岩石(?)については SCHMINCKE (1972) も首を突込んでいゝる。以下は McCALL and BRISTOW (1965) と JOHNSON (1969) によって大筋を述べてみたい。

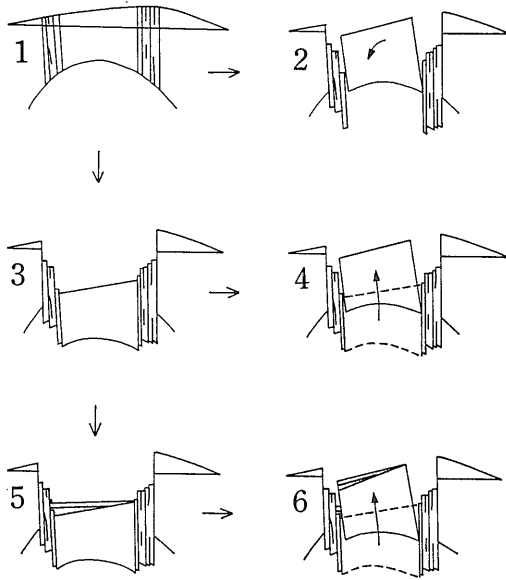
スワ火山は海拔 1,500-1,600m のリフト・バレーの底からそびえる火山で その最高峰は 海拔 2,356m Ol Doinyo Nyukie で これは赤い山と言う意味である。基底直径 20km 余り その面積は 270km<sup>2</sup> に達する楕状火山が主なもので その傾斜は 3° とする緩いものである。その頂部に直径約 10km のカルデラがある。カルデラ壁は北北東から南南西にかけて顕著であり 高さは 0-200m であるが大部分は 110-160m である。他の東側の半分は後カルデラの噴出物によって埋められている。このカルデラ底は北側から入る道があり 季節的に放牧が行われ 水井戸も設けられている。このカルデラ(外側)の中に後カルデラ火山が生じた。これが Ol Doinyo Nyukie である。カルデラ底から約 500m 余りそびえ 頂上には直径 1km 余りの火口があるがこの火口の北側は次の ring graben によって切られている。ring graben は直径約 5 km のその名の通り輪状の地溝であり その中に後カルデラ火山の山体 (island block) が北に傾いている。ドーナツの逆と思えばよい。地溝の幅は北で 500m 位 南で 1 km ばかりで 底には噴気孔もあるし 最も新しい溶岩流も認められる。ring graben の壁は極めて急で 高さは北で 90-215m 南の山頂の下では 520m に達し 横断は極めて困難である。ただ東と南がステップになっている。ring graben は 1945年に Spink によって初めて探険され その後は JOHNSON によって調査された位で McCALL は

行っていないらしい。island block は杉の林になっているが 人にも動物にも役に立たない lost land であると McCALL は述べている。

スワ火山について NASH ほか (1969) によって示された理想的南北断面は第7図の様である。ここではスワ火山の発達を4つの段階に分けている。

第1は外輪山溶岩で primitive shield lava と呼ばれている。ほとんど火砕堆積物を含まない。JOHNSON (1969) はこれを前期の大量の溶岩と後期の球状の表面を有する溶岩とに分けた。後者こそわれわれが目指すものである。McCALL and BRISTOW (1965) は外輪山溶岩の時代を鮮新世-更新世とした。その後数 10 万年の静隠期が続いた。

第2はカルデラの形成である。スワ火山のカルデラ壁には 他の火山のカルデラ壁とは異って 外輪山溶岩がほとんど露出しない。カルデラ壁に見られるのはカルデラ内に傾斜した軽石と溶岩である。これが ring feeder lava と記されたものである。実はカルデラ形成に伴う軽石の役割りについて McCALL と JOHNSON は認識が異っている。McCALL はメネンガイ火山でも述べた様に カルデラの成因について複合型を重視する傾向がある。スワ火山においても外側のカルデラ成因について 軽石の噴出に示される様にクラカトア型の成因が従であり 大量の feeder lava に認められる様にグレンコウ型の成因が主であるとした。軽石はここでも山体の西腹に厚く堆積していると言う。これに対し JOHNSON (1969) は軽石の役割りを否定し 二次的ではあるが一次的でなく McCALL らの副次的ではあるがクラカトア型の存在を否定した。スワ火山のカルデラ形成は 1) マグマの引込み 2) 重力陥没 3) ドーミング 4) 円錐状割目に沿う陥没のどれかであるが 野外の証拠はどれが優勢なプロセスであったかの明らかなものを提供出来ないとしている。この段階で JOHNSON (1969) は“溶岩と軽石”と書いているが NASH ほか (1969) では同じ図を示しながら軽石は除かれている。



第8図 island block と ring graben の形成機構 (JOHNSON 1969 による)

第3はカルデラ底における溶岩の初期のもの 第4は同じ後期のもので OI Doinyo Nyukie の山体を作ったものである。カルデラ底の北東部には写真18でもみられるように直線状に配列した火口が見られる。溶岩の一部は東のカルデラ壁を越えて ケドングまで達した。

OI Doinyo Nyukie 山体の北に ring graben が出来る。graben の生成には溶岩や軽石の噴出は伴われていない。それに囲まれる island block は graben の対岸より北西部で 60m 低く 北に数度傾いている。北東部では逆に 60m ばかり高い。南部では対岸の方がはるかに高くなる。後カルデラ噴出物からなっているが詳細な構造はよく分らない。JOHNSON は北側の縁だけマッピングしたと述べている。

graben の形について彼は3通りの機構を考えた(第8図)。出発点は環状の断裂帯が発生して凝灰集塊岩が噴出した。この凝灰集塊岩は ring graben の壁全体に限定されている。第1は環状の断裂帯が次々と陥没し island block は孤立して

傾いた。第2と第3は island block が沈降によってカルデラを形成し その後上昇したと言うので再生カルデラの考えに似ている。2つの間の違いは沈降後のカルデラ底で溶岩噴出があったかどうかである。McCALL and BRISTOW (1965) の方は island block は後カルデラの溶岩によって覆われた外側のカルデラ底であり 生成機構はグレンコウ型の変種としている。

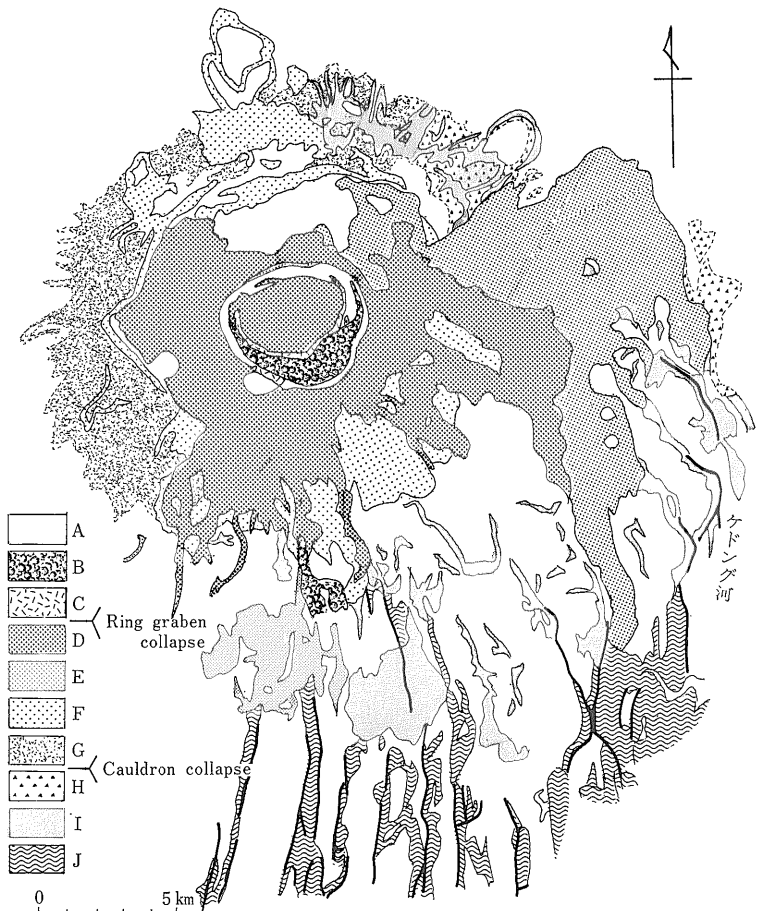
ring graben の中に 生成後の溶岩が南部で見られるが 植生からみて歴史時代 或いは 100-200 年前と言われ噴気孔も見られる。

### ススワ火山に触れるの記

調査も終りに近づいた1日 遂にススワ火山まで行く

第9図 ススワ火山地質図 (JOHNSON 1969 を簡略化)

- A: 岩屑 B: 後リング・グラブ溶岩 C: 凝灰集塊岩
- D: OI Doinyo Nyukie 溶岩 E: 後カルデラ溶岩
- F: リング・フィダー溶岩 G: 軽石 H: アクリシヨナリー・ラピリ・凝灰岩
- I: 楕状溶岩 J: 基盤 (主にトラカイト)



ことになった。 ナイロビーから日帰りとは言うものの前に地熱専門家一行がカルデラの入口まで行ったとの情報があるだけである。 事故は許されないのでジープ2台で行く事が厳命だった。 それになるべく早くナイロビーにもどることが条件である。 その時にはあの変な岩さえ採取出来たらと言うのが念願だった。 一行は私と到着したばかりの金原氏 三井資源開発の水口氏との3人で 金原氏の現地順応訓練も兼ねたわけである。

朝少し雨模様で心配したが8時20分ナイロビーを出発する。 幸に雨は次第に上り リフト・バレーで曇となり 天気は次第に良くなって来る。 リフト・バレーの景観は何回見ても感激を新たにすがる 特に初めてと言う金原氏の感激は一汐である。 道は崖を下ってマウント・マーガレット火口を過ぎ 2km で分岐点を左に入る。 右はナイバシャへの道で 左はナロクを過ぎてマサイ・マラ国立公園へ向う道で観光客も多い。 野生のキリンも道の傍まで近づいてくる。 はるかかなたにはトムソン・ガゼルの一群が走っている。

道はススワ火山の北西麓から鋭角に北麓を西から東へと向う田舎道となる。 地質図を見て もっとも楽にサンプリング出来そうだ東麓を選んだのである。 ススワ火山の北斜面は緩やかで 小さな沢が沢山刻み込んでいる。 このあたりはマサイ族の居住地で首飾りした2人の少女に会った。 マサイ族は写真をとられることを嫌う。 魂がレンズの中に吸い込まれるのだと言う。 このため不用意にマサイ族にカメラを向けたとすると 思いがけない災難にあうこともなしとしない。 法律でもマサイ族を撮影することは禁じられているそうである。 しかしナイロビーで働いているマサイ族や 子供達にはその様な感覚は次第になくなりつつあるとのことだった。

道路は東麓にあるケドング部落に入ると 大勢のマサ

イ族が珍しそうに見ている。 それを突切って南下し 地質図にある globule surface phonolite を探す。 しかし露出も悪く 溶岩が2カ所 凝灰岩が1カ所である。 これが目指すものかどうか自信がないが とりあえずサンプリングをし 軽い昼食をとることにした。

一休みして再びもどって迂回し 地図に出ている道路をたどり 北斜面を一気にカルデラへと登ることにする。 道路なんと言うものでなく 原野を上って行く様なものだ。 一寸でも停止するとそのまま発進出来ない感じだがむしゃらに進む以外にない。 身体が上下にゆれること2.5kmで漸くカルデラ内に入ることが出来た。 道路は丁度カルデラ壁が0mになる所について つまり登り切った所がカルデラ底と言うわけである。 右手にはカルデラ壁が次第に高くなって行き 前方には後カルデラの山が向っている。

カルデラ底には黒曜岩の溶岩流だった。 一面の草原で 今度は比較的良好になった道路が南へ走っている。 カルデラ壁は下部は約3mのアクリーショナリ・ラピリで層理が明瞭である。 その上には約8mの流理構造の強い溶岩流である。 これを採取して外輪山溶岩と思ったのだが何より流理面が外側に傾いていたあとでよく読むと feeder lava だった。

さてサンプリングが終わってみるとここで大きな岐路に立つこととなった。 つまり南へ向ってカルデラ内を深く進むか 引返して北の山腹でグロブル・イグニンプライトを探すかと言うことである。 南への道路は ring graben の見下せる展望地が 地図にはビュー・ポイントと書かれている。 しかしまた所期の目的には達していない。 道路は良さそうなのだが これから奥には人一人居ないはずである。 遂に意を決して引返すことに



写真19 野生のキリンとロングノト火山

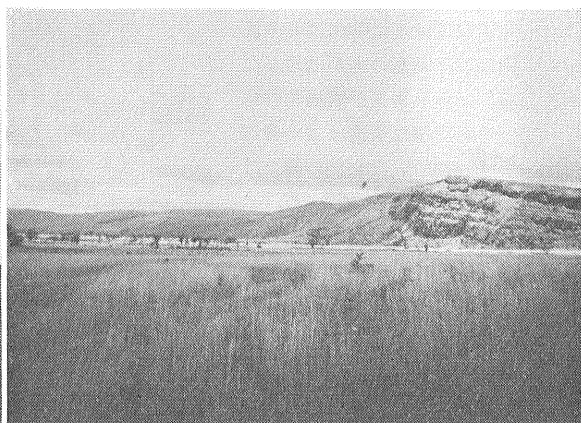


写真20 ススワ火山カルデラの入口

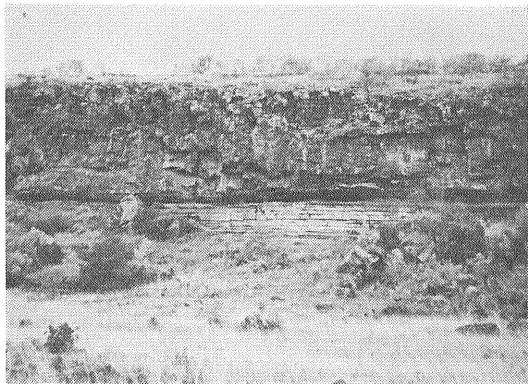


写真21 ススワ火山外側カルデラ壁  
下部：アクリーショナリ・ラピリ  
上部：フィーダー・ラバ

した。先程の道路をゆっくり下りながら見て行く。地質図には確かに塗られているのだ。しかし草の下には泥の固まった様なものしかない。だが遂にそれらしきものがみつかった。多角形の割れ目 薄く 10-20 cm で剥げる性質。JOHNSON (1968) に載っていた写真と同じだ。その剥理面の上を走っていたので気づかなかったのだ。漸くここで目的のサンプリングをすることが出来た。

その晩はすっかり満ちたりた気持ちで眠りについた。ring graben が見れなかったのは残念であるし 帰りに採取したのがグロブル・イグニンプライトでなくてもよい。とにかくススワに行って来たのだと言う満足感である。しかしやはり日本に帰って来た今となっては ring graben を見なかったのは残念だったとつい後悔してしまう。次に行く人は是非奥まで行って 秘境を見てほしいと念願する次第である。

筆者のケニア地熱調査については 国際協力事業団及び 専門家として滞在中の本島公司・大屋峻・水口忠夫氏等のお世話になった。上記の機関及び諸氏に厚く感謝する。

#### 文 献

- 馬場健三 (1979) ケニアの地熱開発。地質ニュース no. 302 54-60.
- BOWEN, N. L. (1937) Recent high-temperature research on silicate and its significance in igneous geology. *Am. Jour. Sci.*, 5th ser., vol. 33, p. 1-21.
- BRISTOW, C. M. (1962) Kenya ignimbrite. *Nature*, vol. 196, p. 364-365.
- CURTIS, H. A. ed. (1979) Africa, Kenya primary geography. *Evans Brother Ltd, London*, 90p.

- HAY, L. H., HILDRETH, W. and LAMBE, R. N. (1979) Globule, ignimbrite of Mount Suswa, Kenya. *Geol. Soc. Amer. Special Paper*, No. 180, p. 167-175.
- JOHNSON, R. W. (1968) Volcanic globule rock from Mount Suswa. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 79, p. 647-651.
- (1969) Volcanic geology of Mount Suswa, Kenya. *Philos. Transac. Royal. Soc. London*, ser. -A, vol. 265, p. 383-412.
- 金原啓司 (1984) ケニア オルカリア地熱開発 地質ニュース no. 352, p. 63-72.
- MACDONALD, R., BAILY, D. K. and SUTHERLAND, D. S. (1970) Oversaturated peralkaline glassy trachytes from Kenya. *Jour. Petr.*, vol. 11, p. 507-517.
- MCCALL, G. J. H. (1962) Froth-flow lavas resembling ignimbrite in the East African Rift Valley. *Nature*, vol. 192, p. 343-344.
- (1963) Classification of calderas: Krakatoan and Glencoe types. *Nature*, vol. 197, p. 136-138.
- (1967) Geology of the Nakuru-Thompson's Fall-Lake Hannington Area. *Geol. Surv. Kenya. Report*. no. 78, 120p.
- and BRISTOW, C. M. (1965) An introductory account of Suswa Volcano, Kenya. *Bull. Volcanologique*. vol. 28, p. 333-367.
- NASH, W. P., CARMICHAEL, I. S. E. and JOHNSON, R. W. (1969) The mineralogy and petrology of Mount Suswa, Kenya. *Jour. Petr.*, Vol. 10, p. 409-439.
- RANDEL, R. P. and JOHNSON, R. W. (1970) Geological map of the Suswa Area. *Ministry of Natural Resources, Mine and Geology Department, Kenya*
- SCHMINCKE (1974) Volcanological aspects of peralkaline silicic welded ash-flow tuffs. *Bull. Volcanologique*, vol. 38, p. 594-636.
- THOMPSON, A. Q. and DODSON, R. G. (1963) Geology of the Naivasha Area. *Geol. Surv. Kenya. Report*, no. 55, 80p.
- WILLIAMS, L. A. J. (1963) Lava tunnels on Suswa Mountain, Kenya. *Nature*, vol. 199, p. 348-350.

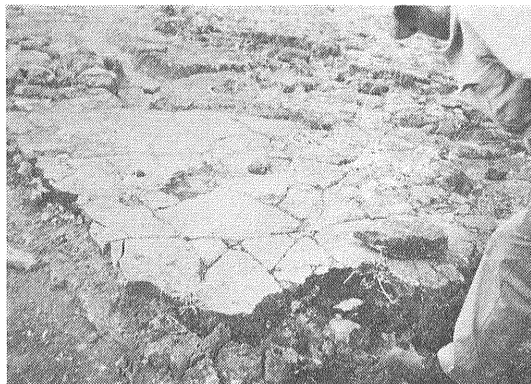


写真22 グロブル・イグニンプライト