

比較変動地形学からみたケニアリフト、サンプル丘陵の地形

植村善博*

I. 研究の意義

地形学の目的は、地球表面の起伏の成因とその変化系列を明らかにすることにある。Davisの地形輪廻説は地殻運動を単純化し、外的営力とくに侵食作用による地形の変化系列を時間軸において体系化したものであった。その後、気候地形帯ごとの形成営力と地形の成因に関する研究が進み、侵食地形の発達モデルは大きく進歩した。

一方、内的営力によって形成された地形とその進化モデルの体系化が要請されている。King¹⁾は内的営力として①地震活動と断層運動、②褶曲とwarping、③アイソスタティックな調節作用、④火山作用の4つを上げている。ここでは最も普遍的に分布し、かつ大地形から小地形に至るあらゆるスケールの地形を形成する①と②、すなわち地殻変動によって直接的に形成された変動地形を取り上げたい。

近年、地球科学は新たな地球史モデルを提示しつつある。プレートテクトニクスとプレートテクトニクスとが有機的に結合され、プレート運動の進化論とメカニズム論とが確立された(丸山・磯崎²⁾、木村³⁾、磯崎⁴⁾)。この分野の成果を要約すれば、超大陸および大

洋底の生成から消滅にいたる地球史過程が約4億年の周期で繰り返してきたこと、Wilsonサイクル⁵⁾が約20億年間にわたって支配してきたこと、現在はパンゲア大陸の分裂から約2億年が経過し、ユーラシアに向かって各大陸が接近し、ここに超大陸が形成され始めた段階に位置づけられることなどを明らかにした。

このような地球史モデルを包括する変動地形のモデル化の必要性は、Morisawa⁶⁾などによって指摘されていたが、完成にはいたっていない。その理由として、①プレート概念を当てはめて演繹的に説明する立場が多いこと、②大地形や小地形を個別に扱うため地域の地形構造や進化系列の位置づけが明確にされていないこと、③地殻変動の研究がメカニズム論、堆積盆や地質構造の形成論、発達史に立つものが多いこと、などがあげられる。しかし、Summerfield⁷⁾はプレート概念により地形形成と諸性質をモデル化しており、Yeatsほか⁸⁾は断層運動と地形形成との関係をグローバルな視点から取り上げている。一方、島弧海溝系の活動的大陸縁辺に位置するわが国では、貝塚(a⁹⁾、b¹⁰⁾)やOta & Kaizuka¹¹⁾により地殻変動と変動地形の特徴に関する体系化が進められてきた。地形の比較研究において、地形スケールの認定はもっとも重要な基準となる。変動地形の空間的広

* 佛教大学文学部史学科

がりが時間スケールと形成要因によって支配されているからであり、Keller & Pinter¹²⁾ や貝塚¹³⁾ が分類試案を示している。ここでは形成に要する時間により次の6系統に分類した：①数億年→大陸塊、大洋底、②数千万年→中央海嶺、島弧-海溝系、③数百万年→大地溝帯、中軸谷、海溝、火山弧、④数十万年→断層地塊や地溝、⑤数万～数千年→断層崖、⑥一瞬→地震断層や開口亀裂。

筆者は、地殻変動の諸性質が地形形成やその地域的地形構造とどう関係するのかを明らかにする比較変動地形学 (Global Tectonic Geomorphology) の立場に立つ。これはウィルソンサイクルの特徴を東アフリカ、紅海、大西洋、太平洋そしてヒマラヤの各ステージとして認識し、地球史の立場から各段階における変動地形の特色と地殻変動との関係を、大地形から微・小地形までについて明らかにすることを主目的とする。プレート運動において、プレート境界部は最も活発な火山や地震活動、大起伏地形が集中的に生じる場である。そして、ここでの諸現象が変動地形形成の主要因となることは論を待たない。したがって、研究対象をプレート境界地域に限ることは適切といえよう。また、地殻変動の諸性質を把握するための地形学的研究手法は、第四紀において最も有効性を発揮しうる。したがって、そこから得られた諸成果を地形的証拠の少ない地質時代にフィードバックすることによって、地球史における変動地形の進化系列とそのモデルを明らかにできるのではないかと考えている。

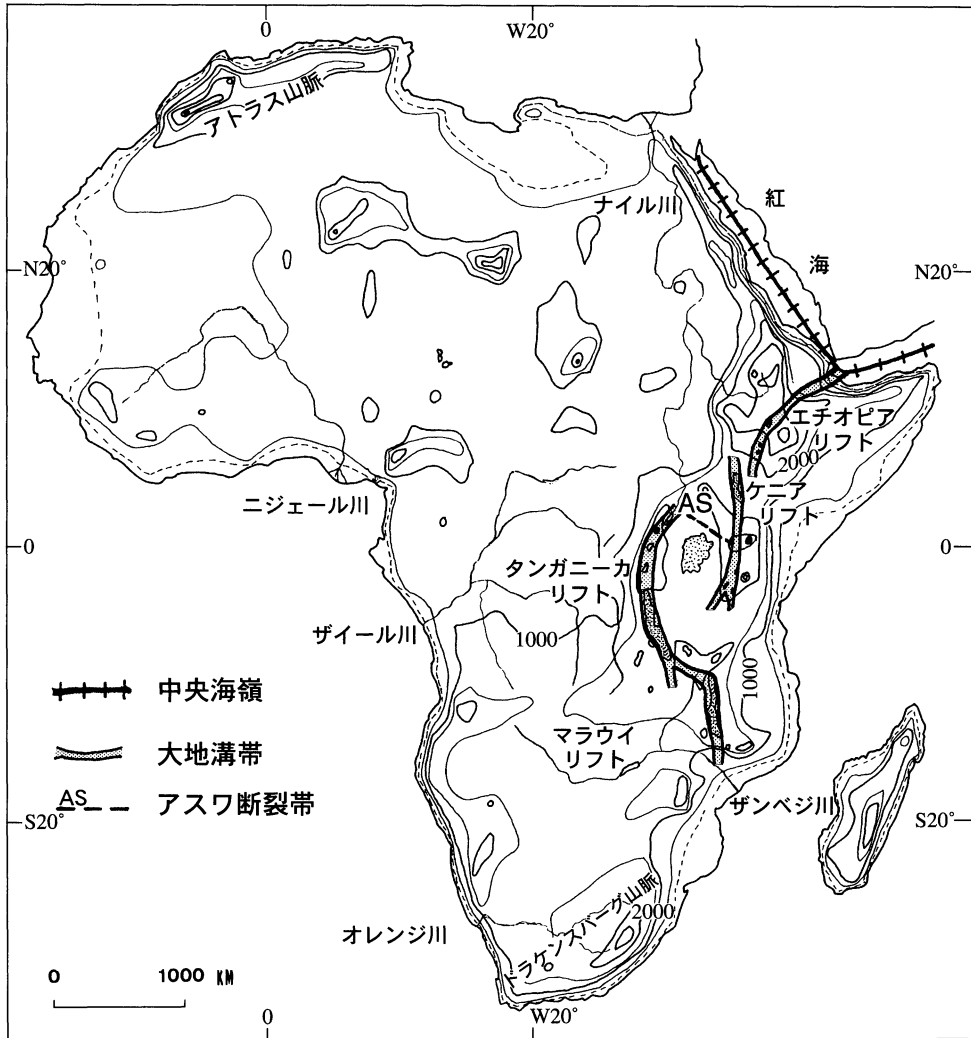
本稿では、このような比較変動地形学の立場から、地球史過程の開始期にあって大陸分裂が生じつつある東アフリカおよびケニア

リフトを対象として取り上げる。とくにリフト東肩部をなすサンプル丘陵の変動地形の特徴と地殻変動の性質について論じることにはしたい。

II. 東アフリカ地溝帯

アフリカ大陸は先カンブリア系の基盤岩類が広く露出する地殻変動の少ないクラトン (安定大陸) である¹⁴⁾。この単調な標高400～1,000 m の高原状地形を打ち破る顕著な大起伏地形が南北に連なっている。これが東アフリカ地溝帯 (以下リフト系と略称する) である¹⁵⁾。地溝帯とは伸長応力場において、地殻が正断層によって切られて陥没し、凹地を形成する構造である。第1図にその分布を示す。紅海に面するジブチからエチオピア、ケニアを経て、南はモザンビークのザンベジ川付近まで約4,000 km にわたって地溝帯が大陸を縦断している。これは大規模に隆起した台地状の山地に伴ったものであり、その中央部に壮大な断層地形を発達させている。北端部ではインド洋底のカールスバーグ海嶺や紅海底の中軸谷に連続し、Afro-Arabia rift system を形成している¹⁶⁾。これらはプレートの湧出し口 (拡がる生産境界) であり、まさに、ウィルソンサイクルの開始を示す。すなわち、アフリカ大陸を引き裂いて拡大しつつある能動的リフトとみなされる (Baker ほか¹⁷⁾、竹下ほか¹⁸⁾)。また、地溝帯は東リフトのエチオピア、ケニア、西リフトのタンガニーカ、マラウイなどに細分され、各々がドーム状山地と中央部に狭長な地溝を形成しているのである。

このリフト系の地形的特徴を検討するため

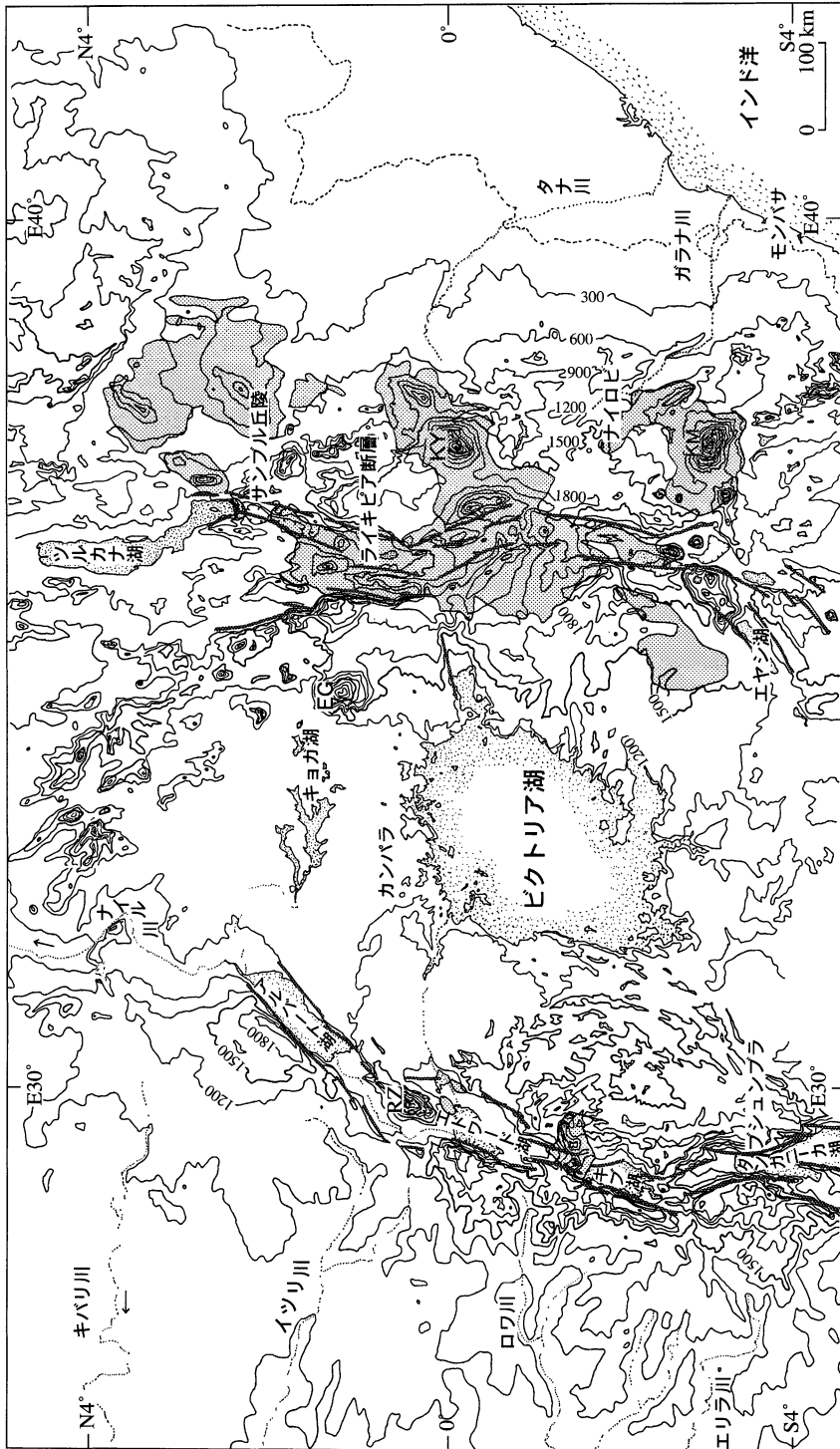


第1図 アフリカ大陸の地形と東アフリカ地溝帯の分布 (等高線は500 m 間隔)

に、赤道から南北4度の間の地形 (第2図) およびその投影断面 (第3図) を作成した。東リフトと西リフトは Aswa 断裂帯を介して約500 km の雁行配列をなしている¹⁹⁾。両リフトともドーム状隆起部の高度は2,000 m を超える。その中軸部を急峻な断層崖に限られた地溝が南北に連続していく²⁰⁾。また、西リフトの隆起のため西流していた河川が塞ぎ

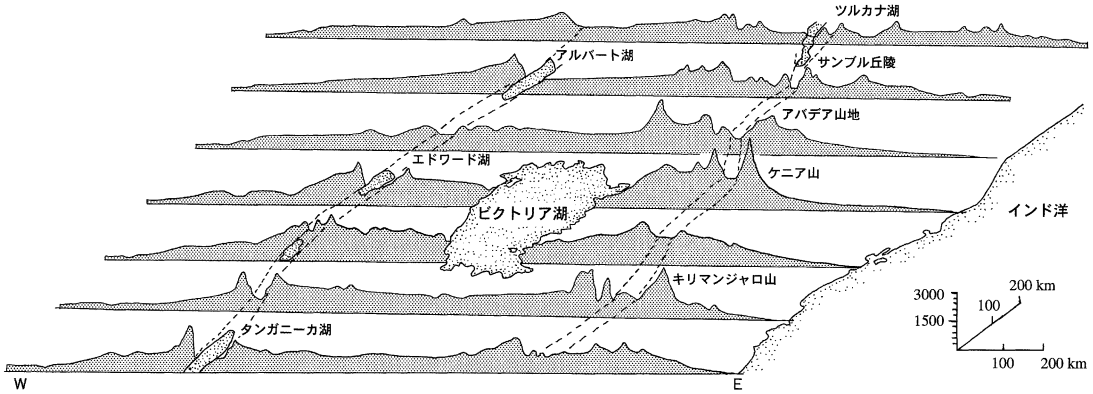
止められてキョガ湖となり、東西両リフト間の相対的な沈降域に高度1,134 m のビクトリア湖が湛水するなど、大規模な地形変化が発生している。

つぎに、第1～3図にもとづいてリフトの変動地形をスケールによって区分してみよう。大陸・大洋底規模の超巨大地形のつぎには、①第二スケール (巨大地形) として、延長



第2図 ビクトリア湖を中心とする東西両リフト雁行部の地形（等高線は約300 m 間隔）

太線は明瞭な断層崖、アミ部は第四紀火山岩類の分布（Atlas géologique du monde 1:10,000,000, Unesco, 1967 による）。KY: ケニア山、KM: キリマンジャロ山、EG: エルゴン山、RZ: ルウエンゾリ山



第3図 東アフリカ地溝帯の東西投影地形断面図 (点線部は東西両リフトの中軸谷、H : V = 1 : 230)

4,000 km に達し、高度1,500 m 以上の長大な曲隆山地の存在が指摘される。②第三スケール (大地形) では、南北500~1,000 km の広がりをもつドーム状山地や地溝系の存在が識別できる。③第四スケール (中地形) として、中央部に形成された地溝や両側の断層地塊が発達する。④さらに、第五スケール (小地形) として地溝肩部や地溝内における断層崖や撓曲崖が存在する。⑤第六スケール (微地形) には地震断層や開口亀裂など微少な地形が見られる。リフト系における地形のスケール区分、形成時間と主要因などを第1表に要約する。

つぎに、東アフリカ地溝帯は①うすい地殻構造、②上部マントルの低速度と低密度、③高地殻熱流量、④活発な地震活動などの地球科学的特徴を有する。これは、アセノスフェアが浅部に上昇して地殻を伸長させ、さらに火成活動に伴う隆起運動、地溝を形成する正断層運動を生じているとみなされる。矢入¹⁹⁾ はリフトの雁行の性質から地殻の伸長方向を、西リフトで N45°W、東リフトで N30°W と推定している。また、第2図の範囲内について

では、東西約1,200 km の幅で-100 mgal に達するの負の重力異常が観察され、地下50 km 付近までアセノスフェアが上昇してきている。ケニアリフトではそこからさらに幅10 km 程度の塩基性マグマ貫入体が存在し、その開口量は5~10 km と推定される (Baker ほか²¹⁾、Fairhead ほか²²⁾ Baker ほか²³⁾)。第4図はケニアリフトにおける震央分布を示したものである (Pointing ほか²⁴⁾、Tobin ほか²⁵⁾)。地溝底では微少な地震活動が活発であり、震央が線状に並ぶのが特徴である。これは火山活動や地下のマグマの運動に起因するものであろう。一方、マグニチュード3以上の歴史地震の震央を見ると、地溝東西両縁部にそって発生している。これらの発震機構は正断層型を主とする。発震面は上部地殻の断層を利用しているが、地下20 km 付近では東西両側へ傾くデタッチメント面に収斂していくと推定される。

次に、ケニアリフトの隆起過程を検討するために、第5図の山地成長曲線を作成した²⁶⁾。これによると、白亜紀末の400 m 上昇後は中新世末に300 m、鮮新世に1,100 m、

第1表 東アフリカ地溝帯の変動地形のスケール、形成年代および形成要因

規模	ひろがり	形成時間	地形の種類	アフリカの例	形成の主要因
1. 超巨大地形	≥10000 km	10 ⁸ 年	超大陸・大洋底	アフリカ大陸	ブルーム・テクトニクス
2. 巨大地形	1000~10000 km	10 ⁷ 年	巨大曲隆山地	東アフリカ地溝帯	プレート運動
3. 大地形	100~1000 km	10 ⁵ ~10 ⁶ 年	ドーム状隆起山地・地溝帯	ケニアリフト	マントルダイアピル
4. 中地形	10~100 km	10 ⁴ ~10 ⁵ 年	断層地塊・地溝	スグタ谷	大規模地殻運動
5. 小地形	1~10 km	10 ³ ~10 ⁴ 年	断層崖・撓曲崖	サンプル境界断層	断層・撓曲
6. 微地形	≤1 km	<10 ² 年	地震断層崖・開口亀裂	ライキピア地震断層	地震

そして第四紀に300 m と間欠的隆起を生じてきた。これはアルプスや高ヒマラヤより以前に隆起を開始したこと、3者ともに5 Ma 頃に急上昇を経験したことがわかる。また、中軸部の凹地は中新世~鮮新世を通じて存在したが、今日のような急崖に囲まれた深い地溝

の形成は第四紀以降である (Baker ほか²³、King²⁷)。

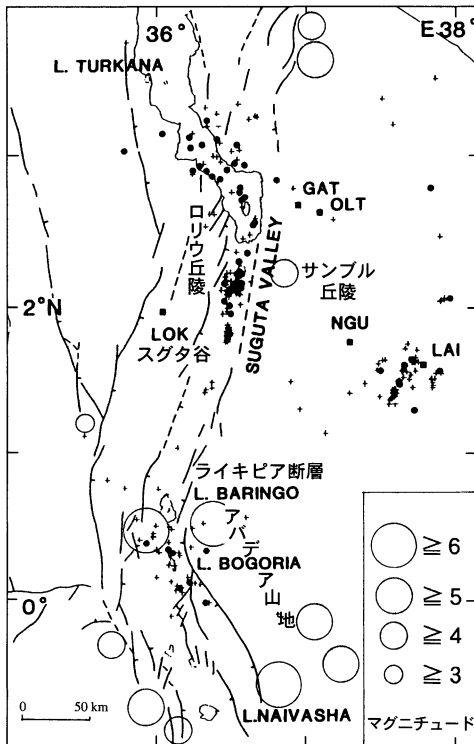
Ⅲ. ケニアリフト北東部、サンプル丘陵とその周辺の変動地形

サンプル丘陵はナイロビの北方約400 km、ケニアリフト北部の東翼部に位置する。本地域は年平均気温25°C、降水量250~500 mm 程度の熱帯半乾燥環境である。地形的には東から西へ順に、先カンブリア系からなるエルバルタ平原、第三系から構成され高度500~1,200 m 程度のサンプル丘陵、地溝底をなすスグタ谷、そして西翼部のロリウ丘陵の順に帯状配列をなす。本章では第1表における第四・五スケールの中・小地形を研究対象として取り上げたい。

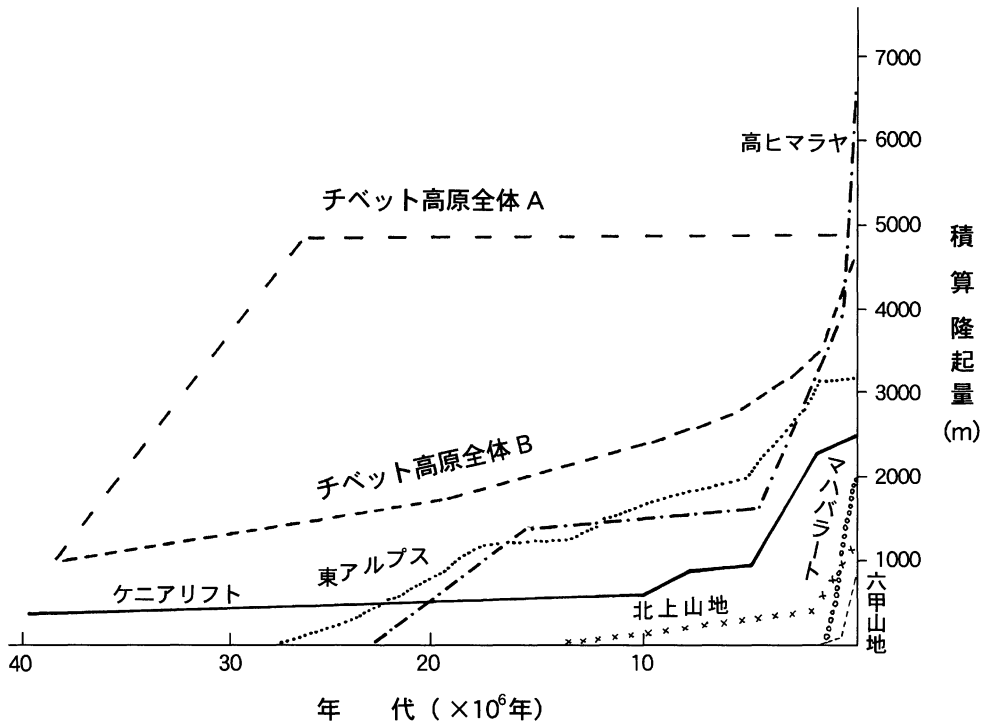
1) 地形・地質の概要

地形については Saggerson & Baker²⁸) による侵食面、池田²⁹) による inselberg、Uemura³⁰)・植村³¹) による断層地形や段丘についての研究がみられる。サンプル丘陵の地形的特徴を第6図の地形学図によって以下に要約する。

①本丘陵は東部で約1,000~1,200 m の頂面高度をもち、西へ徐々に高度を下げ500~600 m 程度となる。そこからスグタ谷へは比



第4図 ケニアリフトにおける震央分布
黒点は1981年1月~8月間の観測資料、歴史地震の震央位置には10~20 km の誤差がある^{24) 25)}。



第5図 ケニアリフトの隆起過程と世界の山地の成長曲線

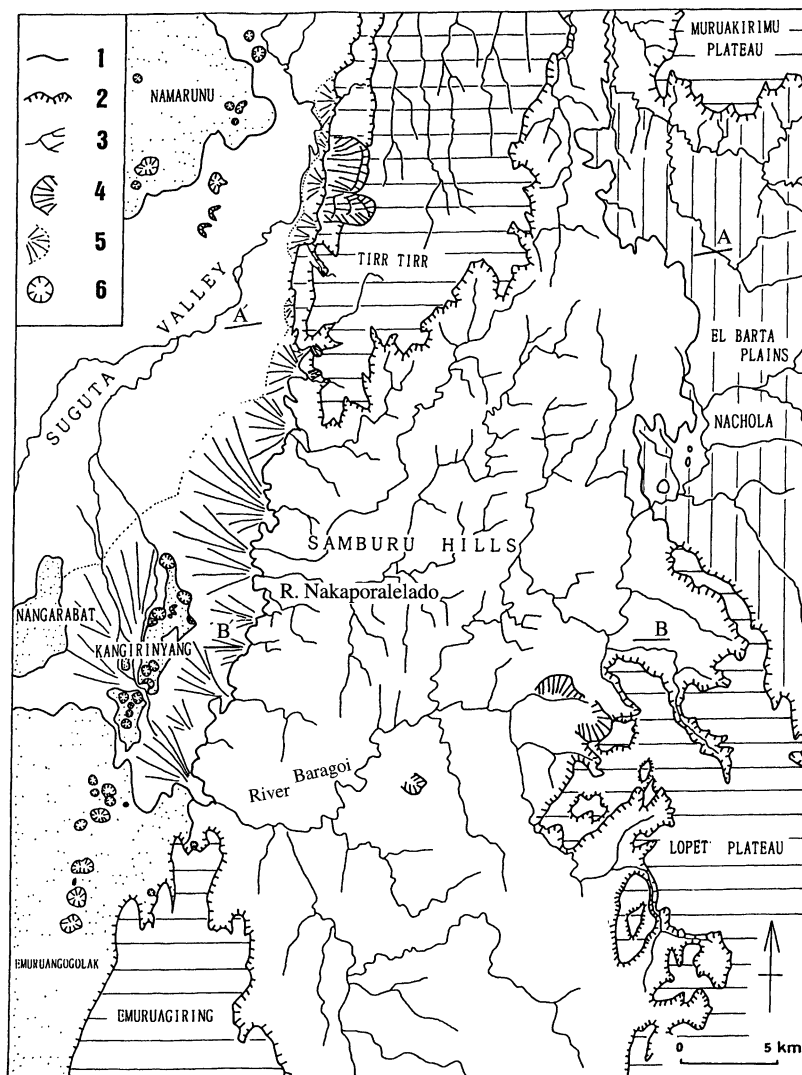
以下の文献にもとづいて作成した。ケニアリフト：Saggerson ほか²⁸⁾、東アルプス・北上山地：阪口ほか²⁶⁾、高ヒマラヤ：岩田³⁹⁾ 西ほか⁴⁰⁾、チベット高原：酒井⁴¹⁾ および岩田私信、マハラバート山地：岩田⁴²⁾、六甲：藤田⁴³⁾

高200～300 m の急崖をなして低下し、明瞭な地形境界を形成する。これはサンプル撓曲とよぶ構造に支配されている。丘陵内には、東側に急で西へ緩傾斜する Hogback 状の非対称稜線や断層線に沿うとみられる南北性の直線状水系網など、地質構造を反映した組織地形が卓越する。また丘陵を先行谷的に横断する Bragoi 川や大きな流域を有する Nakaporatelado 川などは急峻な深い峡谷を形成し、丘陵の最近の隆起傾向を裏付けている。

②丘陵の西縁部には、平坦面を保持する溶岩台地が分布する。北部は Tirr Tirr、南部のものは Emuruagiring と呼ばれる。前者は

東部で高度1,200 m、西部へ900 m 程度まで低下する。北西へ傾斜し、西部ほど傾斜度が大きい。平均すると約4%の勾配で傾いており、明らかに撓曲変形を受けている。さらにスグタ谷との境界には、比高300 m 程度の急崖を向けている。

③スグタ谷は東西幅約20～25 km の地溝底で、N10°E 走向の直線状に配列する。高度300～400 m の平坦な沖積低地で、スグタ川と支流の扇状地や氾濫原、干上がった湖底面などからなる。低地から突出した隆起部は Kangirinyang、Nangarabat、Namarunu など第四紀後期の火山体であって、多数のスワーム状断層を伴い地溝の一般方向にのびて



第6図 サンプル丘陵の地形学図

1. 地形境界、2. 急崖、3. 水系、4. 地すべり地、5. 扇状地、6. 火山碎屑丘
 点部は第四紀火山岩の分布域、A-A'、B-B'は第7図の地質断面線

いる。

④本地区の地形の基本構造は、地溝軸に平行な北北東 (N10°E) 方向に直線状に延びる点にある。また、地溝底と丘陵との境界には地形的に500 m程度、第三紀層上面高度では1,000 m以上の落差をもつ主断層が存在す

ると考えられている。スグタ谷は地殻が東西に引き離されつつある新生のプレート境界であって、その拡大速度は平均0.5 mm/年程度と見積られ、紅海での1~2 cmや中央海嶺での2~10 cmの速度に比べてかなり遅い²¹⁾。

本丘陵の地質は Baker³²⁾、Makinouchi は

か³³⁾、Key³⁴⁾、Ishida ほか³⁵⁾などが地質図を示して記載している。最近、Sawada ほか³⁶⁾は絶対年代と化石による生層序との対応、地質構造発達史を総括的に論じた。

本丘陵は主に中新世の火山岩、火砕岩類および堆積岩から構成されており、西端部の台地には鮮新世の火山岩が分布する。これらの東西地質断面を第7図に示す。中新統は層厚約600 m、下部でアルカリ性の溶岩や火砕岩が、上部では礫岩、砂岩、シルト岩などが卓越する。これらの地層が東から西へ順に上位が累重する単斜構造をなし、西ほど急傾斜となる。これはサンプル撓曲とよばれる基本的構造に支配されており、東から順に早く陸化し堆積域が西へ移動してきたことをしめす。Sawada ほか³⁶⁾によると、大規模な塩基性火山活動は10~17 Ma、5~7 Ma および 3~4 Ma に割れ目噴火を伴って発生し、顕著な断層運動や傾動運動は7~9 Ma 頃と4~5 Ma 頃に発生して不整合を生じたとしている。一方、堆積面を保存する Turr Turr 溶岩は3.6~4 Ma の短期間に噴出したもので、その変形は段丘面とともに有力な変位基準となる。

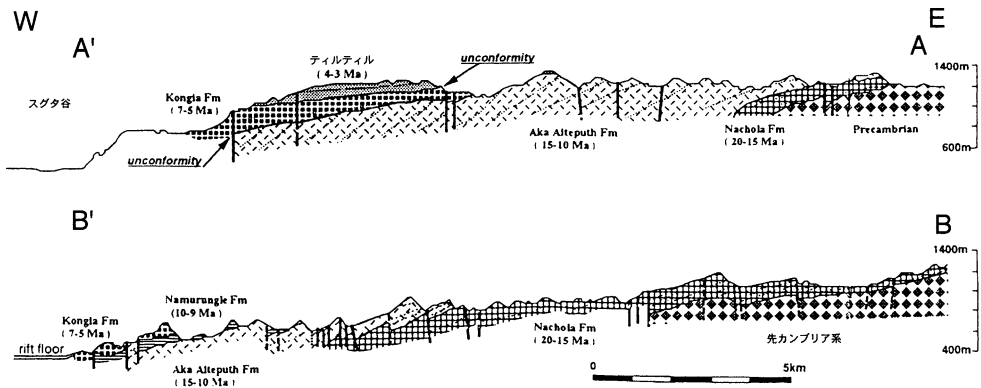
また、河谷ぞいには局地的に段丘層が、スグタ谷底には1,000 m 以上の第四紀層が分布する(植村³¹⁾、Truckle³⁷⁾)。

2) 断層地形の特色

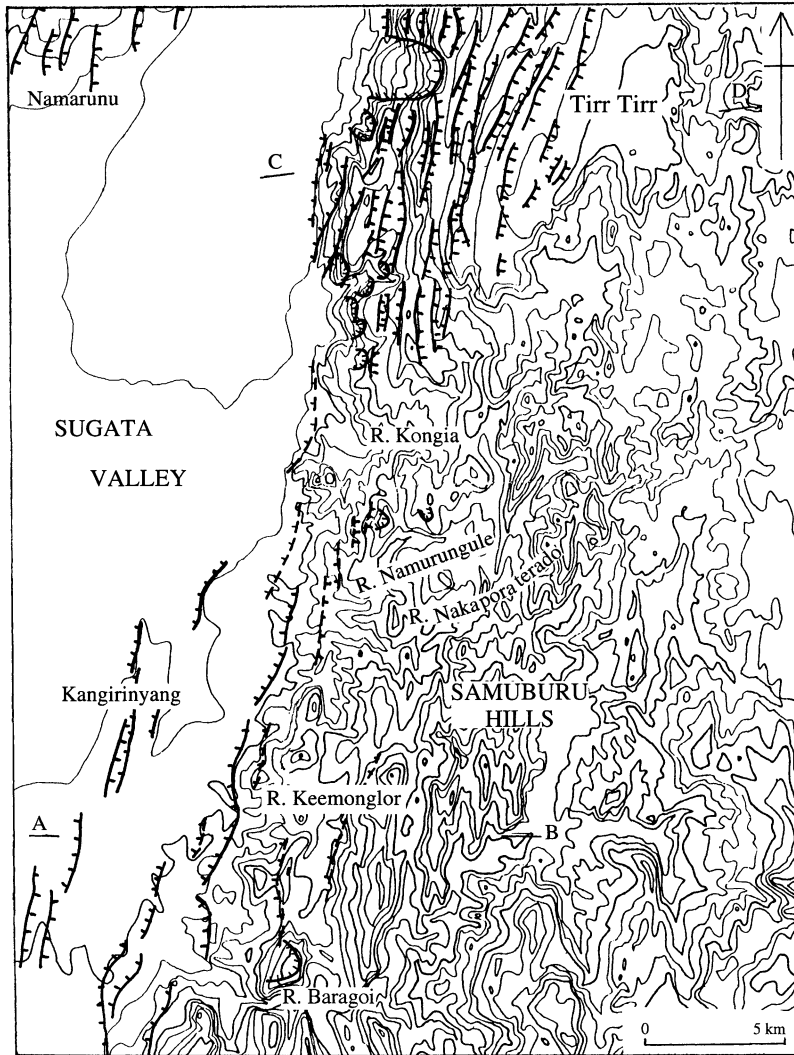
(1) 断層地形の認定と記載

本丘陵の Baragoi 川以北について、空中写真の判読から第四紀に活動したと推定される活断層を抽出した。この認定は活断層研究会³⁸⁾に準じておこなったが、丘陵内には第四紀層やその堆積面がほとんど分布しない。このため、丘陵背面高度の変位の有無、崖地形の新鮮さと連続性などを主な基準とした。また、野外調査によって断層の確認や変位量の測定をおこなった。その結果を第8図の分布と第9図の地形断面に示した。本地域の活断層はその連続性と分布位置にもとづき①丘陵内部、②溶岩台地、③丘陵と地溝底との境界、④地溝底内部、に発達する四タイプに分けることができる。以下にその特徴と変位様式などについて述べる。

①丘陵内部：丘陵西部でスグタ谷との境界より東側約4 km 以内に限られる。断層の長さは2~5 km 程度である。断層層は開析さ



第7図 サンプル丘陵の東西地質断面図 (Sawada *et al.*, 1998 による) 断面の位置は第6図に示す。

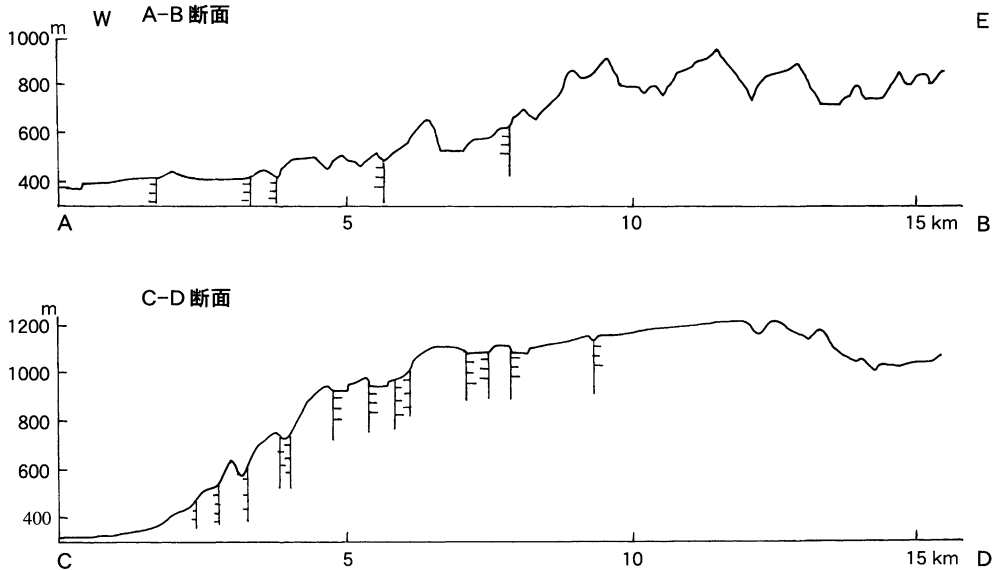


第8図 サンプル丘陵における活断層の分布

れているが明瞭で、東側隆起を示すものが多い。その変位量は40~60 m程度と推定される。Namurungule川下流付近には西側隆起を示す断層が3本見られる。1 km程度の短小な2本の変位地形は新鮮である。これらは確実度ⅡまたはⅢである。

②溶岩台地：丘陵北部のTIRR TIRRには実に多数の活断層が発達している。緩く北西へ

傾斜する平坦面上に、西側隆起を示す断層が密集し、その長さも3~7 kmと連続性のよいものが多い。また、東側隆起の断層も並走しており、地溝や地壘地形が列をなして発達する。縦ずれの変位量は西上がり東上がりともに20~30 m程度であるが、崖地形はなめらかになっていて最近の活動を示すとは思えない。一方、地溝底との境界から東へ約3



第9図 サンプル丘陵の東西地形断面と活断層の位置
断面の位置は第8図に示す。ケバは落下側を示す。

km 以内の間で、断層は南北走向となり、かつ東隆起を示すものが卓越するようになる。これらは2~3 km 程度と短い、平行配列して階段状の新鮮な断層崖を形成している。各断層の東上がり変位量は50~100 m 程度と大きい。確実度はIIである。

③丘陵と地溝底との境界：丘陵西縁を限り、段丘や扇状地性低地との境界をなす。2~4 km 程度の長さをもつものが多く、大局的には左雁行配列をなしつつ全域にわたり連続し、1本の断層系をなすとみなせる。これは本地域で最も長大な断層系を構成するといえよう。すべて東側隆起を示し、西向き急峻な断層崖を形成する。縦ずれ変位は40~80 m に達するが、落下側は沖積面の場合が多く崖の比高以上としかいえない。Namurungle 川や Keemonglor 川では、1万年前頃の段丘面を切って比高3~10 m 程度の東上がりの低断層崖が形成されており、第四紀後期における

累積的変位が確実である³¹⁾。Baragoi 川下流北岸において、丘陵との境界から約2 km 低地へ前進した位置に明瞭な変位地形を伴う断層が分岐している。ここでは3段の段丘面に東側隆起の累積的な変位を与えている。1万年前頃の段丘面の縦ずれ変位量は約11 m で、幅約35 m の地溝状凹地を伴う。この断層系の過去1万年間の平均変位速度は、0.3~1.0 m/千年程度であってB級中位からかろうじてA級に入る活動度をもつ。確実度はIである（詳細は別稿を準備中）。

④地溝底：幅約20 km の地溝内には火山体に伴って断層群が分布する。丘陵東縁から西約4 km にはKangirinyang の噴石丘列が形成されている。主に第四紀中後期の活動によるもので、N10°W 走向に多数の断層群がスワーム状に発達する。火口列の軸に対して両側から落ち込む小地溝構造をなし、一部は扇状地面をも切っている。

3) 考察

①本丘陵の活断層は、地溝底との境界から東側4 km以内の範囲に限って分布する。これらをサンプル活断層系とよび、リフトの拡大に伴う活動域を示すと考える。第四紀における断層運動は、東側隆起の正断層で特徴づけられる。これは丘陵部の地形や高度分布と調和的であり、丘陵西縁部の急崖地形の形成に大きく関与してきたことを示す。Tirr Tirr 台地面に地溝-地壘地形を形成する断層群(ティルティル断層系)は近年の活動を示す証拠に乏しく、その延長を丘陵内へ追跡することはできない。これらは台地の曲隆運動に伴って地殻表層部に生じた断層であり、現在では活動を停止しているものとみなせよう。そして、台地の西縁部に新しく南北性活断層群が生じて活動を継続している。第四紀中後期において、曲隆運動が活発であるという証拠は得られず、断層ブロック運動が卓越しているといえる。

②丘陵内の地質断層は西上がりの成分をもつ antithetic な断層であり(Makinouchi ほか³³⁾、Sawada ほか³⁶⁾、活断層の多くはこれと一致する。したがって、第四紀における断層運動は、それ以前の曲隆運動に伴う antithetic なものから、その断層面を利用して地溝を形成する西落ちの断層ブロック運動へ変化したと思われる。その転換は Tirr Tirr 溶岩の曲隆以後であり、第四紀前半頃であることは確実である。

③地溝底と丘陵の地形境界を画する活断層は本地域における主要なもので、サンプル境界断層系と呼ぶ。これらの東上がり断層運動の平均変位速度は0.3~1.0 m/千年程度で地域による変化が大きい。地溝付近の他の活断

層の縦ずれ変位速度を総計すると、年数 mm 程度(A級の活動度)に達する。しかし、これがケニアリフトの拡大(0.5 mm/年程度)にどの程度寄与しているのかは今後の検討課題である。

④本丘陵の変動地形とその発達過程は、次のように要約できる。中新世前期の緩い曲隆運動により、先カンブリア系を基盤とする堆積域が形成された。中新世の7~9 Ma および5~6 Ma 頃に大規模な火成活動と曲隆および断層運動が生じた。その結果、東側が隆起し西側へ沈降域が移動し、累進的な西傾斜の地質構造と antithetic な断層が形成された。しかし、リフトと丘陵とをわける崖地形は存在しなかった。鮮新世に Tirr Tirr 溶岩が堆積域を埋めて噴出し、その後平坦面は曲隆をうけて上昇し多数の正断層群が生じた。この後、第四紀になって西落ちの断層運動が卓越し、急峻な断層地形に限られた地溝底が形成された。丘陵との境界に位置する断層は、1万年前以降の段丘面にも累積的に変位を与えている。また、リフト底には深部断層に沿ってマグマが上昇しており、その貫入岩体が東西伸長性の火山軸部を形成している。

IV. ま と め

1) 地球史の解明が進展したことにより、ウイルソンサイクルの各ステージにおいて、変動地形の特徴、地殻変動との関係や形成過程を明らかにする比較研究が要請されている。ここでは、地形学的手法によって第四紀における地形と地殻変動の関係をあきらかにする比較変動地形学的研究の視点と重要性を述べた。

2) 大陸分裂という地球史の最初期に位置づけられる東アフリカ地溝帯ケニアリフトを対象に、地形的特徴をのべ、スケールと形成要因により、リフト系の地形要素を6つに区分した。

3) ケニアリフト北東肩部のサンプル丘陵の地質と変動地形の特徴を検討した。とくに活断層の分布とその諸性質を明らかにした。その結果、活動域は地溝底および東へ4 km以内の丘陵部に限られること、最も活発な断層運動は丘陵と地溝底との境界部にあること、第四紀には古い断層面を利用した西落ちの正断層運動が活発になり、中新世から鮮新世まで卓越してきた曲隆運動にとってかわったことが明らかになった。サンプル境界断層系の1万年間における縦ずれの平均変位速度は0.3~1.0 m/千年とB級中位からA級下位であり、地溝付近の活断層群の縦ずれ総変位速度は数 m/千年オーダーになることが明らかになった。

〔謝辞〕ケニア北部、サンプル地域の調査(1993年・1998年)にあたり次の方々理解と援助を受けた。京都大学自然人類学教室石田英実氏、中務真人氏、元山口大学地質学教室石田志朗氏、霊長類研究所国松 豊氏、島根大学地球資源環境学科沢田順弘氏、中山勝博氏、日本学術振興会ナイロビ駐在員安達太郎氏。また現地でお世話になったナイロビ博物館およびナチャラ村の人々。以上の人達の協力がなければ筆者の調査は不可能であった。心からの感謝を捧げたい。また、山地の成長曲線について東京都立大学岩田修二氏から有意義な助言を、文献について大阪市立大学吉川周作氏に便宜をはかっていただいた。記して謝意を表します。

本稿は1998年度立命館地理学会大会において発表した内容を修正したものである。その際、有意義な意見を寄せられた発言者の方々にお礼申し上げます。

注

- 1) King, C. A. M.: *Techniques in Geomorphology*, Arnord, 1966, pp. 170~178.
- 2) 丸山茂徳・磯崎行雄『生命と地球の歴史』、岩波新書、1998、275頁。
- 3) 木村 学「テクトニクスと造山運動」、(平朝彦他著『地殻の進化(岩波講座地球惑星科学9)』、岩波書店、1997、所収)、187~276頁。
- 4) 磯崎行雄「日本列島の起源と付加型造山帯の成長—リフト帯での誕生から都城型造山運動へ—」、(狩野謙一他編『21世紀の構造地質学にむけて(地質学論集50)』、日本地質学会、1998、所収)、89~106頁。
- 5) Bird, J. N.: Willson cycle, in Seyfert, C. K., ed: *Encyclopedia of Structural Geology and Plate Tectonics*, van Nostrand Reinhold, 1987, pp. 836~838.
- 6) Morisawa, M. & Hack, J. T. ed.: *Tectonic Geomorphology*, Allen and Unwin, 1985, pp. VII~X.
- 7) Summerfield, M. A.: *Global Geomorphology*, Longman, 1991, pp. 33~104.
- 8) Yeats, R. S., Sieh, K. & Allen, C. R.: *The Geology of Earthquakes*, Oxford Univ. Press, 1997, 568 p.
- 9) 貝塚爽平「島弧系の大地形とプレートテクトニクス」、科学42、1972、573~581頁。
- 10) 貝塚爽平「太平洋周辺地帯にみられる第四紀地殻変動の諸様式」、地学雑誌103、1994、770~779頁。
- 11) Ota, Y. & Kaizuka, S.: Tectonic geomorphology at active plate boundaries—examples from the Pacific Rim, *Z. Geomorph. N. F. Supp.* 82, 1991, pp. 119~146.
- 12) Keller, E. A. & Pinter, N.: *Active Tectonics*, Prentice-Hall, 1996, 338 p.
- 13) 貝塚爽平「序説:変動地形研究」、(米倉伸之・岡田篤正・森山昭雄編『変動地形とテクトニクス』、古今書院、1990、所収)、1~17頁。
- 14) 諏訪兼位・矢入憲二「アフリカ」、(都城秋穂編『地球科学16 世界の地質』、岩波書店、1979、所収)、61~98頁。
- 15) 諏訪兼位『裂ける大地アフリカ大地溝帯の謎』、講談社、1997、256頁。
- 16) LePichon, X. & Francheteau, J.: A plate-tectonic analysis of the Red Sea-Gulf of Aden area, *Tectonophysics* 46, 1978, pp. 369~406.
- 17) Baker, B. H. & Morgan, P.: Continental rifting: progress and outlook, *EOS* 62, 1981, pp. 585~589.
- 18) 竹下 徹・山野 誠・阿部信太郎「リフティ

- ングー引き裂かれる大陸・島弧」、科学60、1990、654~660頁。
- 19) 矢入憲二「東アフリカ大地溝帯にみられる雁行断層系」、アフリカ研究14、1974、21~46頁。
- 20) 矢入憲二「東アフリカ地溝帯」、(植村 武・水谷伸治郎編『地球科学9 地質構造の形成』、岩波書店、1979、所収)、19~31頁。
- 21) Baker, B. H. & Wohlenberg, J.: Structure and evolution of the Kenya rift valley, *Nature* 229, 1971, pp. 538~542.
- 22) Fairhead, J. D. & Girdler, R. W.: The seismicity of the east african rift system, *Tectonophysics* 15, 1972, pp. 115~122.
- 23) Baker, B. H., Mohr, P. A. & Williams, L. A. J.: Geology of the eastern rift system of Africa, *Geol. Soc. America, Special paper* 138, 1972, 67 p.
- 24) Pointing, A. J, Maguire, P. K. H., Khan, M. A., Francis, D. J., Swain, C. J., Shah, E. R., & Griffiths, D. H.: Seismicity of the northern part of the Kenya rift valley, *Jour. Geodynamics* 3, 1985, pp. 23~37.
- 25) Tobin, D. G., Word, P. L., & Drake, C. L.: Microearthquakes in the rift valley of Kenya, *Bull. Geol. Soc. America* 80, 1969, pp. 2043~2046.
- 26) 阪口 豊・高橋 裕・鎮西清高「日本の地形—その生い立ちと特色—」、科学46、1976、223~234頁を中心に編集した。
- 27) King, B. C.: Structure and volcanic evolution of the Gregory rift valley, in Bishop, W. W. ed.: *Geological Background to Fossil Man*. Scottish Academic Press, 1978, pp. 29~54.
- 28) Saggerson, E. P. & Baker, B. H.: Post-Jurassic erosion-surfaces in eastern Kenya and their deformation in relation to rift structure, *Quart. Jour. Geol. Soc. London* 121, 1965, pp. 51~72.
- 29) 池田 碩「ケニア北部の Inseberg」、奈良大紀要19、1991、79~98頁。
- 30) Uemura, Y.: Tectonic landforms and active faulting in the area surrounding Samburu Hills, northern Gregory rift valley, Kenya, *Jour. Fac. Letter, Bukkyo Univ.* 78, 1994, pp. 81~98.
- 31) 植村善博「ケニア北部、スグタ谷の段丘の年代と断層運動」、名大加速器質量分析計業績報告書Ⅵ、1995、218~224頁。
- 32) Baker, B. H.: Geology of the Baragoi area. *Rep. Geol. Surv. Kenya* 53, 1963, 74 p.
- 33) Makinouchi, T., Koyaguchi, T., Matsuda, T., Mitsushio, H. & Ishida, S.: Geology of the Nachola area and Samburu Hills, west of Baragoi northern Kenya, *African Study Monogr. Supp. Issue* 2, 1984, pp. 15~44.
- 34) Key, R. M.: Geology of the Maralal area. *Rep. Geol. Surv. Kenya*, No, 105, 1987, 93 p.
- 35) Ishida, S., Makinouchi, T., Sawada, Y., Tateishi, M. & Uemura, Y.: *Geological map of the Samburu Hills, Kenya*, 1994.
- 36) Sawada, Y., Pickford, M., Itaya, T., Makinouchi, T., Tateishi, M., Kabeto, K., Ishida, S. & Ishida, H.: K-Ar ages of miocene homonoidea (Kenyanthropus and Samburupithecus) from Samburu Hills, northern Kenya. *C. R. Acad. Sci. Paris. Sciences de la terre et des planetes* 326, 1998, pp. 445~451.
- 37) Truckle, P. H.: Geology and late cainozoic lake sediments of the Suguta trough, Kenya, *Nature* 263, 1976, pp. 380~383.
- 38) 活断層研究会『新編日本の活断層—分布図と資料—』、東京大学出版会、1991、437頁。
- 39) 岩田修二「ヒマラヤ山脈の隆起と氷河作用」、月刊地球2、1980、690~698頁。
- 40) 西 弘嗣・酒井治孝「インド洋の古海洋変動とヒマラヤ山脈のテクトニックイベントの対応」、地質雑誌103、1997、313~327頁。
- 41) 酒井治孝「モンスーン気候はいつ始まったのか?—その地質学的証拠—」、地学雑誌106、1997、131~144頁。
- 42) 岩田修二「侵食平坦面と河岸段丘」、(木崎甲子郎編『上昇するヒマラヤ』、築地書館、1988所収)、116~129頁。
- 43) 藤田和夫『日本の山地形成論』、蒼樹書房、1983、466頁。

Global Tectonic Geomorphology and Landforms of the Samburu Hills, Kenya Rift

UEMURA Yoshihiro*

Accompanying the recent advance of research on the earth history, the systematization and evolutionary modelling of tectonic landform formed by tectonic movement have been required. Along this current, the author proposed the purpose and method of studying of the global tectonic geomorphology, that interpretes and analyzes the evolutionary process of tectonic landform as each stages of the Wilson cycle that classified into East Africa, Red Sea, Atlantic, Pacific, and Himalayan stages in chronological order. Based on their spatial scale and main formative agents, he divided tectonic landform into six categorizes.

In this paper, tectonic landform of the Samburu Hills situated on the northeastern shoulder of Kenya Rift, East African Rift Valley was studied from this point of view.

Active faults in this area are normal ones and distributed in four area: ①western part of hill, ②Tirr Tirr plateau, ③boundary zone between the hill and bottom of valley, and ④bottom of the Suguta valley. They extend NNE trending parallel to rift elongation. Faults of ①were originated from antithetic faults associated with the upwarping of the hills during the Tertiary period. But, normal block faulting has been predominant during the middle to late Quaternary period. Faults of ②form horst and graben topography on the Pliocene lava plateau. They are not active in late Quaternary, but new active area of faults movement has been migrated to the western margin of the plateau. Faults of ③clearly cut T2 terrace (ca. 9,000 ka) and vertical displacement attains from 2 to 10 m. Their average slip rate is estimated about 0.3~1.0 m/1000 years. Faults of ④are associated with volcanic activity located in valley floor. They are distributed as fault swarm and form graben structure along the crater row. The total mean vertical slip rates of active faults may be estimated several millimeters per year and is almost same order to extensional rate of the crust of Kenya Rift.

* Faculty of Letters, Bukkyo University