

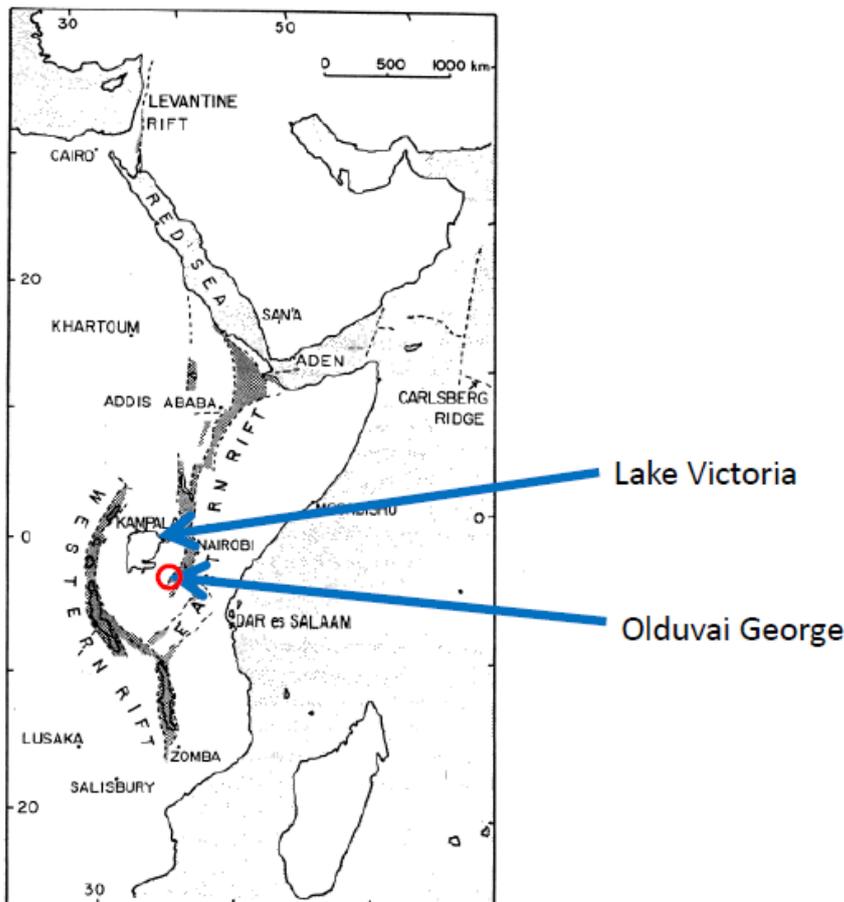
# 大地溝帯でなぜ新種が生まれるのか？

戎崎俊一（理研基幹研）

丸山茂徳（東工大）

## 1. はじめに

アフリカ大地溝帯はその地形的な景観だけでなく人類発祥の地としても有名である。更に、生物学的な興味を持つ人は、陸上のガラパゴスとして有名なビクトリア湖（タンザニア）を知っている人も多いだろう。ビクトリア湖では過去1万5千年の間にシクリッド（淡水魚の一種）が500種に分化している[1]。東南太平洋のガラパゴス島のフィンチ（鳥）が約10種類に進化していることを発見したダーウィンは自然環境がゆっくりと変化すると、それに応じてゆっくりと生物も適応進化すると着想した[2]。ここで、多くの疑問がわき出てくる。ビクトリア湖でもゆっくりと環境が変化したのであろうか。この変化は大地溝帯の中に無数にある湖では常に同様なことが起きたのであろうか。更に人類が何故地溝帯の中でだけ生まれ、地溝帯の外や、ほかの大陸でなぜ誕生しなかったのであろうか？



Taken from Mohr 1974 and modified by TE

図1 アフリカ地溝帯とビクトリア湖

## 2. アフリカ地溝帯

大地溝帯はアフリカ大陸の北東部から南方に伸び、南アフリカまで続く（図1）。地溝帯は北部の紅海中央部の中央海嶺とアデン湾から東方に続く中央海嶺と連結する海嶺三重点と繋がっている。プレートテクトニクスによって、アフリカ大陸が東西二つの大陸に裂け始めている場所で、ここは近い未来に紅海のように細長い海へと進化し、さらには大西洋のような海洋に発達すると考えられている。

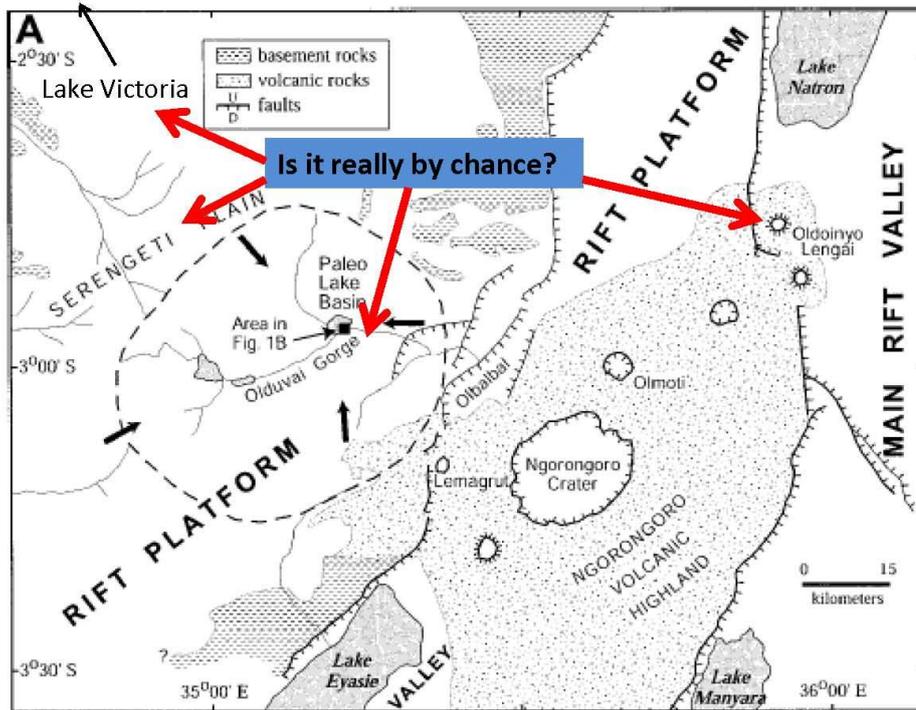
リフトの形成は大陸直下にマントルプルームが上昇することから始まる。普通2-3kmの高度にまで地形は上昇し、大陸地殻は引張場に転じる。引張が進行すると、中央部が窪地へと変化し始めると高度は下がり、やがて、地溝帯は水平方向に繋がり、直線的な窪地へと続き、細長いリフトに沿って湖が点在するようになる。リフト帯には、きわめて特殊な火山活動が起きる。そのマグマの化学組成は極めて特殊で、後述するように海洋地域や弧状列島のマグマとはきわめて異質であることが知られている[3]。

## 3. 人類を含むほとんどすべての哺乳類種の誕生の地：アフリカ/ゴンドワナ

人類の化石は世界で数万点以上ある。それらの中で100万年よりも古い化石はアフリカ大陸の内部に集中している。それらはほとんどアフリカ帯の大地溝帯の内部に残されている。更に古い化石は600-700万年前に遡る。勿論、大地溝帯の内部である。約200万年前のアウストラロピテクスの化石で有名な化石の産出地点であるオールドバイ溪谷は大地溝帯の真ん中にあり[4]、カーボナタイトマグマを噴火するオールドニョイ・レンガイ活火山はその近傍に位置する（図2）。

ビクトリア湖は、25年以内に1種類の割合という異様に早い速度で新種の魚が誕生し、「ダーウィンの箱庭」「陸のガラパゴス」とも称されている。また、多くのアフリカ固有の動物を見ることができるセレンゲティ国立公園は、ビクトリア湖とオールドバイ溪谷の間にある。首の長いキリン、長い鼻の象、たてがみを持つライオン、地上最高速を誇るチータなどはこの地で生まれたものに違いない。この一帯は、生物の多様性が特に高い特別な場所であるように見える。なぜここだけ特別なのだろうか？

哺乳類の進化を議論する場合、ほとんどの新種がアフリカで誕生し、それらがパンゲア大陸の分裂によって、南米大陸、北米大陸+ヨーロッパ、アジア大陸、オーストラリア大陸+ニュージーランドなどへと分裂、孤立、或いはアジアへの衝突と融合によって孤立化と会合によって進化してきた。新種を生んだ母なる大陸、アフリカ（ゴンドワナ）はどのような特殊性を持つのであろうか？



Taken from Liutkus and Ashley 2003 and modified by TE

図2 オルドバイ溪谷と大地溝帯

#### 4. 大地溝帯内外の地質学的な特徴

アフリカ大陸の基盤岩の地質が他の大陸の地質と異なることはない。5-6 個の太古代の年代を持つ古い岩石や地層の他に、原生代の岩石と地層が卓越する。 Gondwana大陸は現在の大地溝帯の西側の西 Gondwana と東側の東 Gondwana が衝突融合したことによって 540Ma (先カンブリア時代の終わり) に出現した。他の大陸と異なる大きな違いは、大地溝帯の存在である。

現在の大地溝帯のような大陸分裂地帯の火山活動は特殊なマグマによって特徴づけられる。弧状列島やホットスポット火山、更には中央海嶺のマグマは玄武岩や安山岩であるが、リフトのマグマは特異である。炭酸塩鉱物に富むカーボナタイト、ダイヤモンドを含むランプロアイト、キンバーライト、アイヨライトなど、強アルカリ火山岩マグマが噴出する[5]。これらのマグマは Na, K, CO<sub>2</sub>, U, Th, Pb などマンテルを構成する主要鉱物に取り込まれない、イオン半径が大きく電荷が大きな元素が、マンテルで極少量の部分溶融によって生じる。オルドバイ溪谷のすぐ東側にある、Ungoroungoro 火山地帯がそれである。特に、Oldoinyo Lengai 火山は、炭酸塩に富むマグマによる噴火で有名である。

## 5. リフト帯の自然放射線強度

カーボナタイト火山活動は、カーボナタイト鉱床という特殊な地質体を作る。カーボナタイト鉱床は、チタンやニオブなどのレアアース元素の鉱物を産することで有名で、近年注目を集めている。カーボナタイト鉱床は同時にモナズ石（モナザイト）という鉱物が大量にできる。この鉱物は、トリウムに富んでいて、IAPAの基準値を二けた以上超える放射性物質を放射する[6]。例えば、自然放射性物質起源の放射線の高い地域の多くは、このモナズ石が多量にある場所である。ブラジルのミナスゲレス州一体では、100mGy/年を超える自然放射線強度が報告されている[7]。このミナスゲレス州一帯も、カーボナタイト鉱床が豊富である。たとえばニオブ鉱山としては世界最大のアラシャ鉱山もこの近くにある[8]。これらの鉱山は、昔の大陸地溝帯に噴出したカーボナタイト火山の跡である。

このように考えると、オールドバイ渓谷やビクトリア湖周辺の地域が、ブラジルのようなミナスゲレス一帯のような、高放射線汚染地帯である可能性は高いと考えられる。実際、オールドバイ渓谷に近いMinjingu 燐酸鉱山から産出する燐酸鉱物から、 $5760 \pm 107$  Bq/kg 野生の植物の葉から、 $650 \pm 11$  Bq/kg、食用植物の葉から  $393 \pm 9$  Bq/kg の非常に高い濃度の放射性ラジウムが検出されている[9]。これは、ICRP が勧告している年間被ばく許容量：20mSv を超えることが懸念される値である。また、Minjingu 燐酸鉱山の静穏空気における5年間の測定では平均  $1415$  nGy/h の平均被曝量をえた[9]。これは、地球起源の放射能の全球平均の20倍で、一般人の5年間連続被ばく許容量の12倍である。

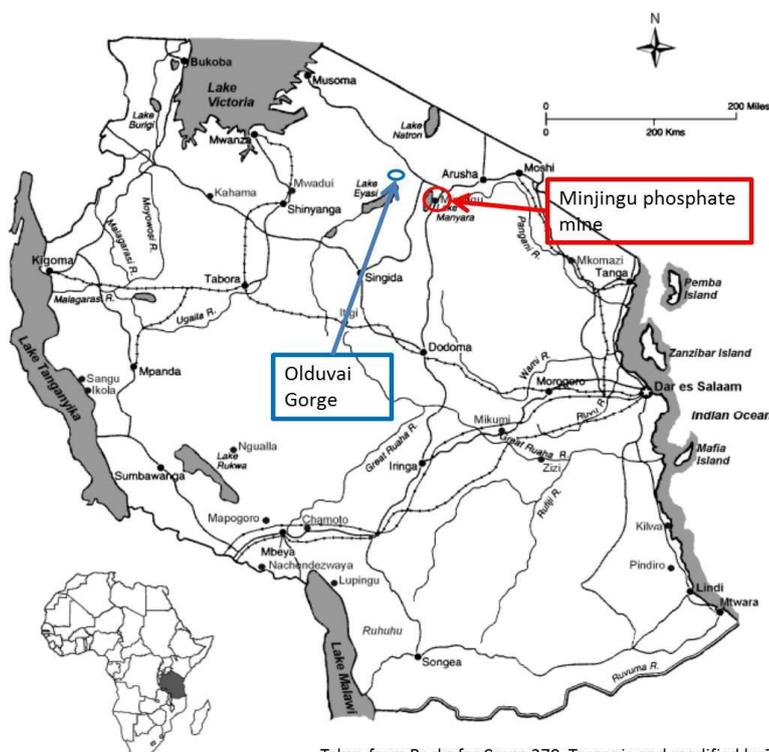


図3 Minjingu 燐酸鉱山とオールドバイ渓谷

人類の祖先が住んでいたころのオールドバイ溪谷は、周辺からのカーボナタイト火山の噴出物が流れ込む湿地帯だった。当然、モナズ石を起源とする放射性同位体元素に富む堆積物が堆積する時代があったと考えられる。カーボナタイト火山活動の記録を解析する必要があるが、現時点では大地溝帯の内部は放射性同位体元素に富む地域であると考えられる。地球内部起源の放射性同位体元素の崩壊に伴う被曝は、リンに富む土壌を媒介した食物連鎖にあると考えられる。我々の祖先は、高放射能の水を飲み、高放射能の野菜、果実を毎日口にし、体内被曝に苦しみ、遺伝子の破壊を受けた可能性がある[10]。

## 6. 気候と土壌：アメとムチ

カーボナタイト鉱床の鉱物のもう一つの特徴は、リン酸に富むことである。リン酸は生物にとっては必須の物質で、最も不足しがちである。リン酸塩鉱物はアパタイト（リン酸カルシウム鉱物）であるが、マグマが砕粉化したガラスは容易に風化し土壌にリン酸塩イオンとして蓄積され、植物に取り込まれる。したがって、カーボナタイト火山活動が頻発する地域ではリン酸に富む土壌が作られ、赤道直下の高気温と高い日射量のために、水が十分にある場合には、大地溝帯の植物の基礎生産性が非常に高いと考えられる。現在の北アフリカは 5000 年前ころから半砂漠化し、過酷な気象に悩まされているが、約 1 万年まえから 5000 年前にかけては、北アフリカは世界で最も緑に満ちた地域であったことが花粉などの分布によって明らかになっている。更に古代の気候は、ミランコビッチサイクルに支配された 2 万年周期の気候変動が復元されている。大地溝帯の内部では、周期的に湿潤で豊かな時代と半砂漠化した過酷な時代とが繰り返したはずである。

高い植物生産性による豊富な食物の「アメ」と、高い放射能による「ムチ」がうまく噛み合って、新種誕生の特別な場所となっているのかもしれない。

## 文献

- [1] Mizighani , S.I. et al. 2010, Genetic variation and demographic history of the Haplochromis laparogramma group of Lake Victoria-An analysis based on SINEs and mitochondrial DNA, Gene, 450, 39-47.
- [2] Darwin, C., Origin of species, 1959.
- [3] Bell, K. and Simonetti, A., 1996, Carbonatite Magmatism and Plume Activity: Implications from Nd, Pb, and Sr Isotope Systematics of Oldoinyo Lengai, Journal of Petrology, 37, 6, 1321-1339.
- [4] Liukus C.M. and Ashley G.M. 2003, Fancies model of a semiarid Freshwater, Olduvai Gorge, Tanzania, Journal of Sediment Research, 73, 691-705.
- [5]
- [6][http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm\\_detail.php?norm=ore&en\\_normname=%A5%EC%A5%A2%A5%A1%BC%A5%B9%B9%DB#kekka](http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/norm_detail.php?norm=ore&en_normname=%A5%EC%A5%A2%A5%A1%BC%A5%B9%B9%DB#kekka)

- [7] [http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=09-02-07-03](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-02-07-03)
- [8] 神谷、平野、地質ニュース、372号、pp6-16.
- [9] Firmi P Banzi, Leonard D Kifanga and Felician M Bundala, Natural radioactivity and radiation exposure at the Minjingu phosphate mine in Tanzania, Journal of Radiological Protection, 20, 1, 41.
- [10] Ebisuzaki, T. 2011, Ebisuzaki' s United Fields of Science, No.9, , “Origin of Human beings : Radiation dose and brain size,” <http://www.jahou.net/ebisuzaki/>.