

遊星百景 その12 ～月の小さな構造地形～

嵩 由美子^{1,2}

月の地形を思い浮かべた時、どんな景色が広がっていますか。高地、海、クレーター、リッジ、リル、ドーム、中央丘…？今回紹介するのは、雨の海北東部の Mons Chajorra 地域(図1)です。ここでは、リッジはもちろんのこと、Lobate scarp や fissure といった、さらに小さな構造地形(断層活動の結果できた地形)を観察することができます。Mons Chajorra は、雨の海内部にリング状に点在する高地物質でできた島々の一つで、雨の盆地の second inner ring の一部であるといわれています[1]。この一つの島に、IAU が認めた正式名称はありませんが、ここでは[2]に倣って Mons Chajorra と呼ぶことにします。

Lunar Reconnaissance Orbiter Camera Narrow Angle Camera(LROC NAC)は、高解像度で、限られた地域を様々な太陽高度で撮像しました。一方かぐやの Terrain Camera(TC)画像は、解像度でNACに及びませんが、同一太陽高度条件下で全球を撮像しました。同じ太陽高度で撮像された画像は、影の落ちかたに地域差がないので、地形を観察し、広域的な比較を行う上で有利です。加えて、スペクトルデータや地形データを併せると、小さな地形たちがどうやって形成されたのかが見えてきます。

ぜひ、立体図を想像しながらTC画像(図1)を眺めて下さい。平坦な玄武岩溶岩の海に、一際明るい丘が二つあります。このうち、北側に位置する大きな丘が Mons Chajorra です。二つの丘の間には、北東―南西走向のリッジがあり、Mons Chajorra の西側斜面に注目すると、斜面にライン状の構造があることがわかる

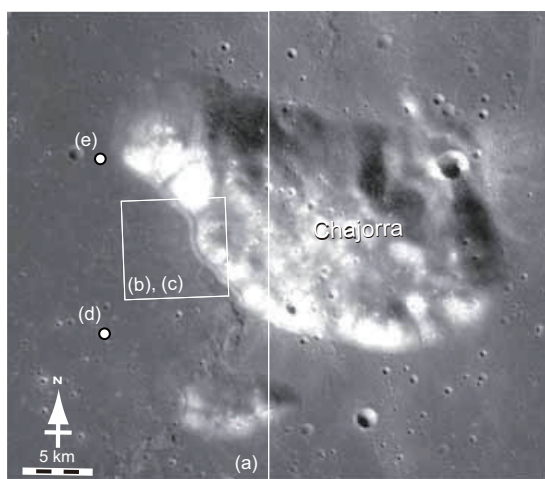


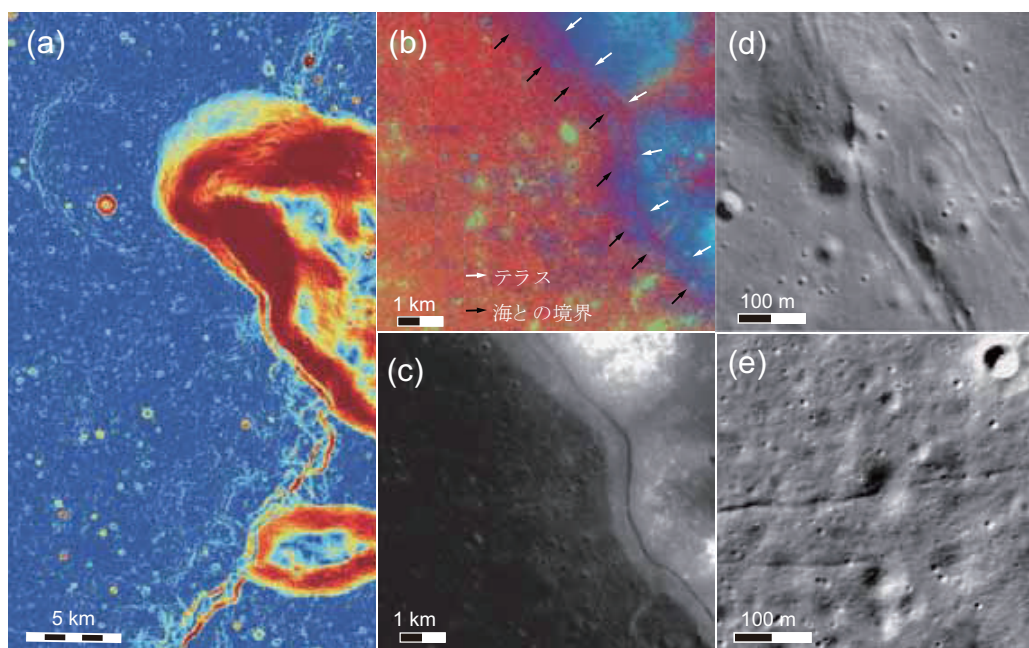
図1：Mons Chajorra 周辺(N49° W15°)のかぐやTC画像。リッジやLobate scarp が観察できる。白枠は、図2の画像の位置を示す。

でしょうか。この小さな盛り上がりはLobate scarp です。その先端(テラス部分)がひどく蛇行することからLobate(舌状) Scarp(崖)と呼ばれます。高地または海―高地境界で散見され、分布に地域差がない(ように思われる)ことから、月の全球収縮が原因で形成されたのではないかと考えられ、Lobate scarp の形成年代や地殻の短縮量を見積もることで、月の熱史へ制約を与えられると期待されています[3,4]。

可視画像だけだとLobate scarp が、どのような地形になっているのかわかりにくいですね。そこで地形の傾斜度マップ(図2a)を見て下さい。約30°傾斜している Mons Chajorra の斜面が、一部平らなテラス状になっていることがわかります。このテラスがLobate scarp の先端です。テラス部分をクローズアップして見てみましょう。図2bに、かぐやのスペクトルデー

1. 京都大学理学研究科

2. 宇宙科学研究所 月惑星探査データ解析グループ
dake.yuuko@jaxa.jp



a) b) のカラー版は電子版を参照下さい。

図2：a) かぐやの地形データを使って作成した地形の傾斜度マップ。b) かぐやMIデータを使って作成した疑似カラーマップ(R：749 nm/414 nm, G：749 nm/950 nm, B：414 nm/749 nm)。高地の斜長岩は青く、海の玄武岩は赤くなるような色付けをしている。矢印の先端は、斜面と平地の境界線(黒)とテラスの位置(白)を示す。c) Lobate scarp 近影(LROC NAC image M1098943917LC)。d) e) 小さなクレーターを變形しているFissure(LROC NAC image M1136640204RC, M10983917LC)。

タを使って作成した、疑似カラーマップを示します。海(赤：玄武岩)と高地(青：斜長岩)の違いがわかる色付けしています。図2cには、同じ領域のNAC画像を示します。海と丘の境界だけでなく、テラスの位置にも組成の境界があるのが見えてきます。

さらに、NAC画像でこの地域を観察すると、fissure[5]と呼ばれる(small scale grabenとも呼ばれる)、幅数百mに満たない小さな谷が見えてきます(図2e, f)。これらの谷地形は、クレーターを變形していることから、その成因は火山性ではなく、断層活動で形成されたと解釈されており、Lobate scarp形成に伴ってできたと考えられています[4,5]。

これらの構造はどうやってできたのでしょうか。一般にLobate scarpは、走向方向と垂直に地形プロファイルをとると、非対称なこと、逆断層(または褶曲)構造であるリッジへ遷移するものがあること、断層線が蛇行することなどから、衝上断層活動で形成されたと考えられています[e.g., 3]。この地域のLobate scarpが、Mare ridgeに遷移することも、衝上断層であるという解釈と調和的です。MI疑似カラーマップ

(図2b)から、テラスよりも下側の斜面は、海の物質に高地の物質がパウダー状にかかっていることから、一度は水平に堆積した玄武岩溶岩が、断層活動で以って、この斜面を覆ったと解釈することができます。いつ断層活動が始まったのかはわかりませんが、Lobate scarpのテラスが非常にはっきりとした地形を保っていることから、コペルニクス紀(現在～8億年前)にも断層活動は続いていたと考えられています[3]。これは、Lobate scarpに付随して形成されたfissureが、直径50 mにも満たない、小さく若いクレーターを變形させていることとも調和的です。

ところで、月の断層活動は30億年前までに終わったといわれてきました[e.g., 6]。しかし、こうした若い構造地形が全球的に見つかっている事実は、この通説を覆すのに十分と言えるでしょう。その成因は、月の内部冷却に伴う収縮である[e.g., 3]という説が現在のところ有力ですが、まだまだ議論の余地があります。月に断層活動の結果形成される、地形は、月地殻がどのような変形史を歩んできたのかを知る大切な手掛かりです。ところが、これらの地形の地下構造は理論計

算や数値シミュレーションを行って推測はされているものの、実際に観測されたことはなく、議論が続いています。近い将来、着陸機がどんどん月面に降りる時代になり、地下構造が明らかになることを、私はひそかに楽しみにしているのです。複数の観察事実から、広域のテクトニクス史を組み上げる。そんな面白さを教えてくれた、私のお気に入りの場所でした。

参考文献

- [1] Spudis, P. D., 1993, The Geology of Multi-Ringed Impact Basins (Cambridge Univ. Press, Cambridge).
- [2] Lee, J., 1864, Rep. BAAS 1863 Meeting, 7.
- [3] Watters, T. R. et al., 2010, Science 329, 936.
- [4] Daket, Y. et al., 2016, Earth, Planets and Space 68, 157.
- [5] French, R. A. et al., 2015, Icarus 252, 95.
- [6] Solomon, S. C. and Head, J. W., 1980, Rev. Geophys. 18, 107.