

# 遊星百景 その11

## ～月の不可思議火山地形 Ina-D～

佐藤 広幸<sup>1</sup>

私が今回ご紹介するのは、月の不思議な火山地形として知られる、Inaです。この地形は表側の中心付近、緯度18.7° N、経度5.3° E、晴れの海(Mare Serenitatis)南西縁部から約150 kmの距離に位置しています。幸福の湖(Lacus Felicitatis)という高地領域の中にあるパッチ状の溶岩の中に見つかり、アルファベットのDを左に回転させたような形をしていることからIna-Dとも呼ばれています(図1上)。

東西2.9 km、南北2.3 kmに渡るこの地形の内部は、不規則かつ丸みを帯び、表面が比較的滑らかなマウンドと呼ばれる上部層、その間を埋める起伏に富んだ下部層、そして礫が露出した領域(主にIna外縁部に分布)で構成されています。なだらかな丘(直径約10 km)の頂上(標高差約300 m)に位置していること、外縁から中心のやや西寄りに向かって緩く落ち込んでいること(Fig.1下)、などから、Inaは一種のカルデラではないかと多くの研究者が考えているようです。

2010年、私がアリゾナ州立大学のLROC(アメリカの月探査衛星、ルナールコネッサンスオービター搭載のカメラ)チームに配属されて間もない頃、管制室のモニタに何気なく映しだされていたInaの絵をふと見て、頭の中に“?”が沢山浮かんだのを今でもよく覚えています。それまで自分の中にあった、レゴリスに覆われて全地形が滑らかで変化に乏しい月面のイメージが、その時塗り替えられました。今まで見えていなかったものが、高解像度だと見えてくる。探査って面白いと思いはじめた瞬間でした。

実はアポロ計画の時代からこの地形の存在は知られていました[1]。Apollo 15号のパノラマカメラで撮影

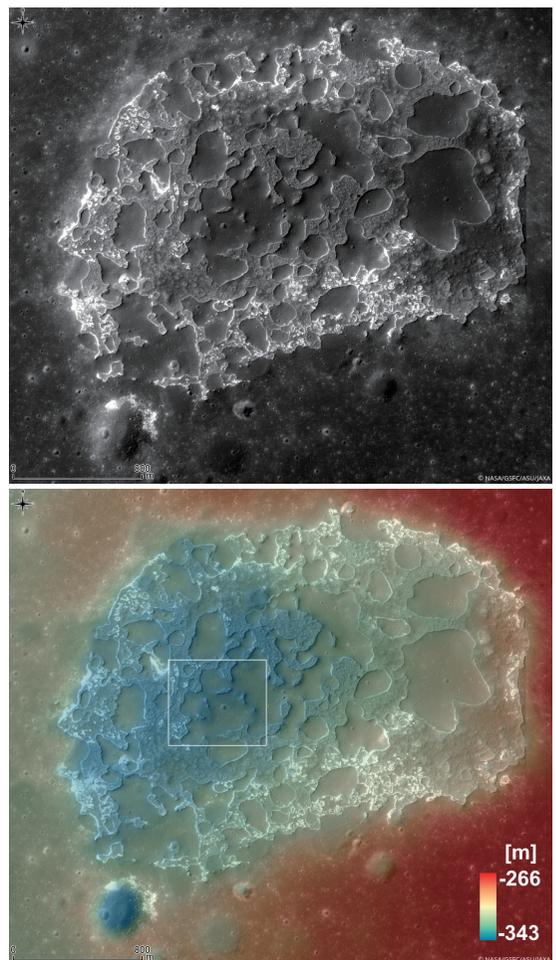


図1: Ina全体図。空間分解能50 cm/pixel。上: LROC Narrow Angle Camera (NAC) モザイク画像 (M126894211L+RおよびM109202243R)、下: NACステレオ高度マップで色付けたNACモザイク画像。白枠は図2の領域を示す。

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所  
satoh.hiroyuki@jaxa.jp



図2：Ina拡大図(図1下，白枠内)．NACモザイク画像(50 cm/pixel)とNAC高度マップ(図1下キャプション参照)．マウンドが薄い部分に小さな溝(下部層露出部)が直線的に点在する(矢印)．左下スケールバーは50m．

された写真によって，ある程度の形はわかっていたものの，その細部や立体的な構造はよくわかりませんでした．LROCの高解像度画像(50 cm/pixel)と高度マップ(～2 m/pixel)によりその姿が鮮明に映しだされ，その起源について近年活発に議論が行われています．

信憑性が高いがどうかは別として，数あるモデルの中で私が個人的に一番気に入っているモデルが，2006年にSchultzらが提唱した，ガス吹き上げ説です[3]．この説は，起伏に富んだ下部層の割れ目から吹き出した火山ガスが，レゴリスなどパウダー状の表土を吹き飛ばして起伏に飛んだ下部層が露出，かつ周囲に表土が堆積して滑らかなマウンドが残ったというものです．内部はすでに冷え固まり，揮発性物質に乏しいと考えられてきた月で，かつ真空の月面で，つい最近までガスが吹いていた，というなんと大胆で夢に溢れたモデルだろうと彼らの論文を読んで思いました．モデル提唱時にはなかった高解像度画像で細部を見ると，確かにマウンドは層序的には上部にあって所々粉体が崩れたような斜面があり，そしてクラックに沿って直線状に表土が一部拭き上げられたかのような箇所が幾つかあります(図2)．

他には，カルデラ崩壊モデル[1, 2]，膨張溶岩流モデル(低フラックスの溶岩流が膨張と流出を繰り返しマウンドを形成)[4]，火砕性噴火[5]などがこれまでに提案されています．

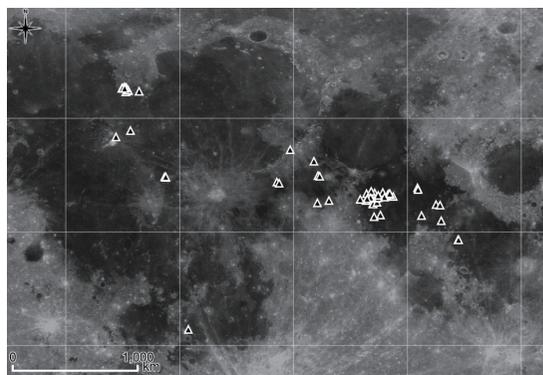


図3：IMP (Irregular Mare Patches) 分布図．LROC RDR, IMP shapefileより．△がIMPの位置を示す．経緯度グリッドは30°．

非常に興味深いことに，Inaのような地形は他にも多数(約70個)見つかっています(図3)[6, 7]．これらの地形は，総称でIMP (Irregular Mare Patches)と呼ばれていて，不規則な形状の窪み(下部露出領域)が滑らかで丸みを帯びた上部のマウンド部分と混在しているという共通した特徴があります．その中でもInaはマウンドが明瞭に分離し下部および礫露出領域が最も広いIMPです．どのIMPも表側の海もしくは海と高地の境界部に分布しています．マウンド部分のクレータ年代はどれも非常に若い年代(<100 Ma)を示すことから，非常に若い火山活動もしくは地表更新があったことが示唆されています[7]．もし火山活動がそれまで続いていたとするならば，驚くべきことです．

SELENEやLRO，チャンドラヤーン，嫦娥など国際的な月探査によって，近年見きれないほど大量のデータが蓄積されつつあります．管理された環境下で行う室内実験や数値シミュレーションに比べ，観測データの解析は泥臭く，意図した結果は簡単には得にくく，先が見えないしんどい手法です．でもごく稀に，全く想像もつかなかった自然の神秘に出会うことができます．Aollo 15のカメラチームも最初にInaを発見した時はさぞ驚いたことでしょう．偶然大発見に繋がる可能性があるという点で，観測データの解析は宝探しに似て非常に楽しいものです．今後の探査によって解像度が徐々に上がるにつれ，我々はこれまで見ていなかった更なる月の神秘を目の当たりにすることでしょう．

## 参考文献

- [1] El-Baz, F., 1972, Proceedings of the 3rd Lunar Science Conference, 39.
- [2] Strain, P. L. and El-Baz, F., 1980, Proceedings of the 3rd Lunar Science Conference, 2437.
- [3] Schultz, P. H. et al., 2006, Nature 444, 184.
- [4] Garry, W. B. et al., 2012, J. Geophys. Res. Planets 117.
- [5] Carter, L. M., 2009, J. Geophys. Res. E Planets 114, 1.
- [6] Stooke, P. J., 2012, Lunar Planet. Sci. Conf., Abstract #1011.
- [7] Braden, S. E., 2014, Nat. Geosci. 7, 787.