

火星二次クレーターのサイズ頻度分布解析による表面物質の考察

平岡 賢介、中村 昭子 (神戸大学自然科学研究科)

kensuke@kobe-u.ac.jp

概要 火星上の2つのクレーター領域について、それぞれの周囲に存在する二次クレーターのサイズと位置を画像から測定した。二次クレーターを計測した領域を二分割し、それぞれの領域でのサイズ分布を比較すると地域差が見られた。これは、表面の含水率の違いを反映している可能性がある。過去に我々のグループが行った凍土層への衝突実験の結果を用いると、サイズ分布の地域差が表面物質の含水率の違いにのみ起因している過程とした場合、少なくとも含水率約10wt%程度の違いを示すことがわかった。

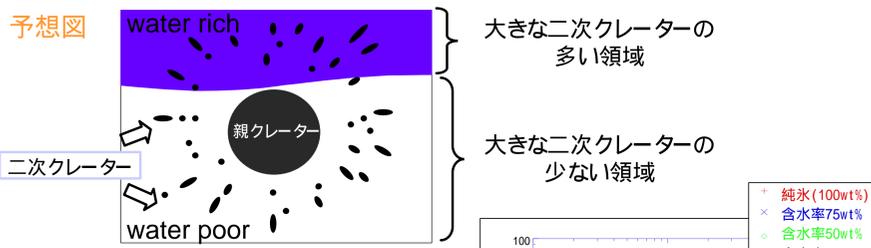
1.背景

凍土へのクレーター形成実験 クレーター体積...*H₂O*含有率とともに増加

室内実験は強度支配領域なので、この結果を直接大規模なクレーターには応用できない。

二次クレーター...クレーターからの放出物が再び天体表面に衝突することによって形成されるクレーター。衝突速度が小さく、小さなクレーターが形成されるターゲット強度が支配的な衝突過程だと思われる。

同一の親クレーターから形成された二次クレーターのサイズ頻度分布が、親クレーター周辺の含水率を示す指標になるのでは？



含水率による累積個数の変化

実験から得られたクレーター直径Dと凍土中の含水率R(wt%)との関係式 (Hiraoka et al., 2004)

$$D(R) = D(100) \exp\{-0.014(1-R)\}$$

重力支配領域で形成された場合、クレーター直径に対する含水率の影響が小さくなる
上記の結果は含水率の下限値を与える

本研究では、二次クレーターが表面の含水率を示す指標となるかを議論する

2.手法・結果(1)

使用した画像... Vikingデータ (<http://pdsmaps.wr.usgs.gov/PDS/public/explorer/html/marsvlvs.htm>)
解像度 256pixel/degree
スケール 0.2314km/pixel

使用したソフト... Scion Image (<http://www.scioncorp.com/>)

解析方法... 二次クレーターの判定... 二次クレーターは楕円に近いびつな形をしており、リムもはっきりしない。リムのはっきりしている、円に近いクレーターは一次クレーターと思われるので、カウントしない。

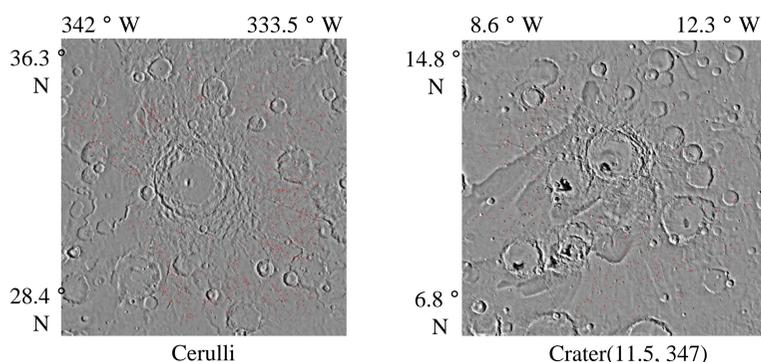


解析ソフトを用いて二次クレーターの面積、座標を計算する。また、面積から円を仮定して直径を計算する。

	Cerulli	Crater(11.5, 347)
中心座標	32.6N, 337.9W	11.5N, 347W
クレーター直径	120km	80km
二次クレーターの総数	778個	331個

(二次クレーター直径の範囲... 0.8~8km)

二次クレーター分布



3.手法・結果(2)

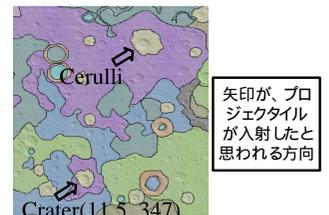
二次クレーターの分布に偏りが見られる原因

偏りの原因として考えられるもの
含水率の違い... 含水率が高いところは大きなクレーターが多くなり、含水率の低い表面よりも、二次クレーターがたくさん見つかる。
斜め衝突... 上流よりも、下流のほうが二次クレーターが多い。
風化・浸食... 何らかの効果によってクレーターが消された。

それぞれのクレーターの地質図

(<http://www.geographynetwork.com>)

superposedの形状が、どちらのクレーターも歪んでいる。



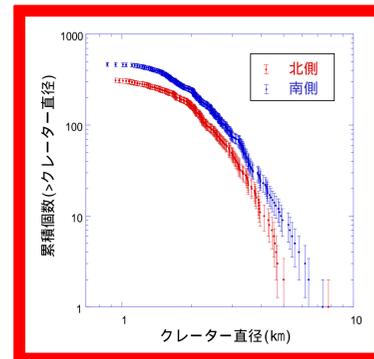
南西の方向からの斜め衝突の可能性がある。親クレーターの南西側に二次クレーターが少なく、北西、南東側に多いことも矛盾しない。

そこで...

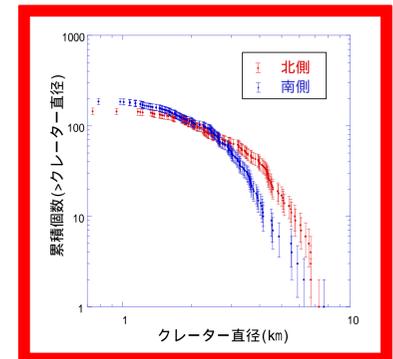
右図のように二次クレーターのカウン領域を二分割、累積個数分布の比較を行う。

クレーターのサイズ分布

~ Cerulli ~



~ Crater(11.5, 347) ~



4.考察

Cerulli... 南側の累積個数がプロットされている領域すべてで、北側を上回っている。

南側が、北側に比べて含水率が高いのではないかな？

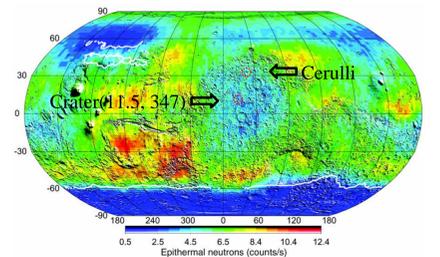
Crater(11.5, 347)... 北側の累積個数が、直径の大きい領域では南側を上回っている。

北側が、南側に比べて含水率が高いのではないかな？
北側の小さな二次クレーターは浸食によって消されてしまった？

熱外中性子放射との比較...

熱外中性子の放射が小さなところは、Hが多い。Hの分布は水の分布と考えることができる。しかし、ごく数mの深さまでの分布しか反映していない。

どちらのクレーターも水が多いと思われる、Arabia Terraに位置しているが、クレーターの周辺に大きな放射の変化は認められない。



サイズ分布の地域差とは調和的でない

サイズ分布の地域差が、すべて含水率に起因するものとは言いきれない。もともとejectaの分布にばらつきがあったのかもしれない。

サイズ分布の違いが全て含水率の違いに起因しているとする、含水率の違いの下限値は、

Cerulli 南側が約10wt%多く水を含んでいる
Crater(11.5, 347) 北側が約12wt%多く水を含んでいる

5.まとめと今後

今回調べた2つの火星クレーター周辺の二次クレーターのサイズ分布に地域差が見られた。この地域差が、表面の含水率の違いを反映している可能性がある。

サイズ分布の地域差が含水率にのみ起因しているとする、含水率の違いの下限値は約10wt%程度に相当する。

今後、二次クレーターのサイズ分布の違いが、プロジェクタイトル(ejecta)のばらつきなのかターゲット(火星表面)の違いによるものなのかを判別する。例えば、月のような表面物質が比較的均質な天体の二次クレーターのサイズ分布を調べる