

お盆のような月の輝きに迫る 続編

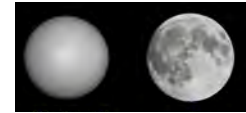
ハートピア安八ジュニア天文倶楽部
田島 怜一郎 (高1) 【岐阜県立岐阜高等学校】

要 旨

周辺減光がないお盆のような月の輝きを不思議に思い、研究を始めた。月の画像を撮影・測光し、月に周辺減光がないことを確かめた。その反射特性の原因を月面の粒子の形状や大きさと仮定し、反射実験を行い、その結果より月の非周辺減光は粒子が隙間をもって深く堆積していることが原因であると解明した。考察についてより確実な証拠を掴み、より正確な月の反射モデルを導くため追加の実験や測定を繰り返している。

1. はじめに

月は発泡スチロール球などの一般的とは異なり、周辺減光がない。(図1)これがお盆のような月の所以である。これに興味を持ち、研究を始めた。月の非周辺減光を数値的に確かめるため、15cm屈折望遠鏡で直焦点撮影し、その画像をPaint.netというフリー画像処理ソフトを用いて測光した。その結果、月には海にも陸にも周辺減光はないことがわかった。本研究では、この原因について解明した。



(図1) 月の非周辺減光

2. 反射実験

お盆のような月の輝きの原因を「粒子の形状と大きさ」と仮定し、月面の粒子(レゴリス)を模擬した実験試料にLED光を照射、変角光度分布を調べた。実験試料として選んだのはレゴリスと似た特徴をもつ試料で、紙やすり(図2)と粗い砂(図3)、また、比較対照の白色コート紙である。一組の入射・反射の関係につきそれぞれ三回測光し、中央値を測光値とした。実験装置を制作し、誤差軽減を行いながら実験を繰り返した。



(図2)紙やすり(図3)粗い砂

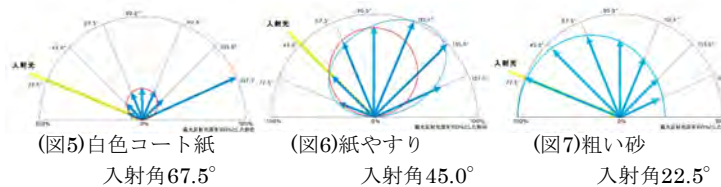
また、実験と並行して光の反射についても調べ、光の反射には鏡面反射と拡散反射があり、拡散反射にはランバート反射とオーレン・ネイヤー反射があるとわかった。月は非ランバート反射で、かつ粗面のオーレン・ネイヤー反射である。

3. 実験結果

反射実験の結果を(図4)に示す。縦軸が照度(lx)、横軸が満月の直径方向と対応している。菱形・実線が白色コート紙、三角形・点鎖線が紙やすり、正方形・点線が粗い砂である。白色コート紙は顕著な周辺減光が見られる。紙やすりは周辺減光が見られるが全体的に暗く、目立たない。一方、粗い砂は周辺減光が全くない。これを反射モデルでも確かめた。白色コート紙はどの入射角でも鏡面反射とランバート反射の組み合わせ(図5)であった。紙やすりは入射角が大きいときは鏡面反射とランバート反射の組み合わせで、入射角が小さくなるほどランバート反射の特徴が強くなった(図6)。粗い砂はランバート反射の特徴が一切なく、(図7)これは月の反射と同じであると考えられる。



(図4) 反射実験の結果



(図5)白色コート紙

(図6)紙やすり

(図7)粗い砂

入射角67.5°

入射角45.0°

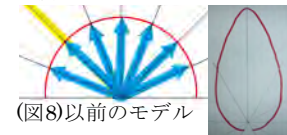
入射角22.5°

4. 追加実験・考察

紙やすりと粗い砂は大きく異なる反射特性を示したが、両者に粒子の形状や大きさの差異はほぼない。異なるのは、粒子の堆積(積もり方)である。紙やすりが単層構造であるのに対し、粗い砂は多層構造で、かつ、粒子間に隙間をもって堆積している。このような堆積を「深い堆積」と呼ぶことにし、これこそが非周辺減光の原因なのではないかと考え、理想的な深い堆積のモデルとして剣山に剣に対して垂直に光を照射する反射実験を行った。その結果、反射光は拡散され、非ランバート反射が再現できた。剣山の剣の一本一本は鏡面反射及びランバート反射の性質が強いが、それらが深い堆積をすることで非ランバート反射となった。このことから、お盆のような月の輝きの原因は「深い堆積」であり、むしろ粒子の形状は関係ないと言える。ただし、粒子の形状によって深い堆積の起こしやすさが異なるため、間接的には関係していると考えられる。

5. 考察

月の非周辺減光の原因を衝効果であるとする文献が複数存在したが、衝効果だけで再現するには、月が太陽からの入射角がどこも同じ階段状の地形である必要があり、よって、衝効果だけでは説明しきれず、反射特性についての考慮が必要不可欠だと言える。(図9)新モデル



(図8)以前のモデル

(図9)新モデル

また、これまで月の反射モデルをどの反射角にも反射光の明るさが等しいかまぼこ型(図8)と考えていたが、実際は(図9)のような卵型の反射モデルで、このモデルをある点を中心に回転させることでほぼ全ての反射を再現できると考えられる。

6. 結論

(1)月の表面の特徴的な反射は、拡散が強い乱反射で説明できる。(2)その反射の原因は粒子の深い堆積である。

参考文献:「お盆のような月の輝きに迫る 続編」(平成28年発表)ハートピア安八ジュニア天文倶楽部

本研究を行うにあたって、ハートピア安八天文台長 船越浩海先生をはじめ多くの方々にご指導・ご支援賜りました。本当にありがとうございました。