

月反射光の位相関数と反射率との関係

The relation between the phase functions and reflectances of the moon

横田 康弘 [1], 飯島 祐一 [1], 本田 理恵 [2], 水谷 仁 [1]

Yasuhiro Yokota [1], Yu-ichi Iijima [1], Rie Honda [2], Hitoshi Mizutani [1]

[1] 宇宙研, [2] 高知大・理・数理情報

[1] ISAS, [2] Information Sci., Kochi Univ.

本研究では、Clementine衛星が月面の一部分を複数回、それぞれ異なる位相角で観測した画像を用いて位相関数の検討を行った。最終的な目標は任意の地質・波長における位相関数を予測する手段の確立である。解析から位相角 $0 \sim 10^\circ$ での位相関数の地質（海・高地）依存性と波長依存性が明らかになった。地質・波長の異なる解析をまとめたデータから、地質・波長によらず標準の位相角 30° での反射率と他の位相角での相対反射光強度との関係がほぼ線形であることが見出された。この関係は月表層粒子が持つ光散乱の方向特性とアルベドとの関連から説明できる。この関係を用いれば任意の地質・波長の位相関数を予測できる可能性がある。

月の反射スペクトルデータの解析においては、位相角に応じた反射光強度変化の正確な校正が必要である。位相角による月の反射光強度変化は位相関数で表され、その具体的な曲線は観測によって決められる。月の位相関数については多くの研究があるが、観測波長や物質によって位相関数は異なるために反射スペクトルの定量的な解析の上で障害となっている。特に小さい位相角（ $0-10^\circ$ ）では、観測データが少ない上に位相関数が複雑な振る舞いをするため、定性的な画像解析を行うにも不十分な精度でしか位相関数が得られていないのが現状である。そこで我々のグループではClementine衛星画像を用いて、小さい位相角まで適用可能な月の位相関数の検討を続けている。その最終的な目標は、位相関数の知られていない地域・波長においても位相関数を予測する手段を確立することである。

月表面の一部分は、Clementine衛星によって複数回、それぞれ異なる位相角で観測された。異なる位相角で同じ地点を観測したデータがあれば反射光強度に対するアルベドの1次の寄与を取り除くことが可能なため、本研究ではこれらの画像を用いて位相関数の抽出を行った。画像からの位相関数抽出は2種類の方法で行った。一つは、標準の位相角 30° での反射光強度観測値と、対になる他の位相角での観測値との直接比較により、規格化した位相関数を求める方法である。対となる位相角 30° での観測が無い場合には、位相角 30° で観測された地点まで含む領域の観測値を集成して最小二乗法により最適な位相関数を求める方法を用いた。

これまでの解析では、位相関数の地質依存性を見るために月の海（静の海）と高地（アポロ16号着地点付近）を比較すると、波長 1000nm 、位相角 2° における位相関数の値が約17%違うことが明らかとなった。使用した画像の観測波長帯は $415 \cdot 750 \cdot 1000\text{nm}$ である。波長間での位相関数の相違は 415nm と 750nm の間で顕著であり、海・高地いずれの場合も位相角 2° で10%以上の差が見られた。これらの全データを集成して位相角 0.5° きざみのbinで分類した結果、各位相角での相対反射光強度と位相角 30° での反射率との関係がほぼ線形であることが見出された。すなわち、地質（海・高地）や波長の異なるデータをまとめたにも関わらず、位相関数で決められるべき数値と位相角 30° での反射率との関係を1次式で表すことができた。位相関数は、月表面の粒子が持つ光散乱の方向特性を反映する。光散乱の方向特性は、粒子のアルベドと関連することが知られている。このことが位相関数と位相角 30° での反射率との関係に現れるものと考えられる。各位相角におけるこの線形の関係を用いると、任意の反射率をもつ月表面について位相関数が予測できる。また逆に、いずれの地質・波長で観測された反射光強度であっても位相関数を予測して標準の位相角 30° における反射率へと変換できる可能性がある。