

修士論文要旨

月ナトリウム希薄大気の構造と成因に関する研究

黒田 哲史

(指導教官：岡野章一教授)

平成 14 年

月は太陽と同様、地球に住む人間にとって最も身近な天体であり、はるか昔から人々の興味を引き付けてきた。その歴史の中で月は固有の大気を持たない天体とされてきた。しかし、Potter and Morgan[1988a] は月面上空でのナトリウムおよびカリウム共鳴散乱発光の地上からの分光観測に成功した。この観測以降、月大気ナトリウム発光の地上観測が多数の研究者により行われるようになり、月希薄大気の構造についての理解が急速に進んだ。しかし月ナトリウム発光の観測データが、大気を記述するのに十分なパラメーターを考慮していないモデルと比較されることが多く、大気生成メカニズムの理解には未だ多くの問題が残されている。

本研究では、ナトリウム大気のイメージング観測とモンテカルロシミュレーションによる大気生成メカニズム検証を組み合わせることで月希薄大気の大気生成機構を包括的に理解することを目的とし、広視野単色イメージャーを新たに開発し、2001年から2003年の期間、惑星圏飯館観測所(140°40'E, 37°43'N)において観測を実施した。さらに、モンテカルロシミュレーションを用いて月大気を再現し、観測データに最も合致する放出過程を明らかにした。

広視野単色イメージャーは視野5°40'を有し、惑星や月周辺の微弱な発光現象を高感度、低周辺減光で捉えることができる。また、干渉フィルターホルダーには恒温槽と傾度調節機構が備わり、安定した分光透過特性をもつ。本イメージャーは2002年6月2日から4日にかけて、国立極地研究所において絶対値校正ならびに透過率特性の測定が行われた。その結果、視野内での最大周辺減光率は6%と非常に優れたフラット特性を有することを確認した。

また、本研究では圧倒的に明るく観測の障害となる月面反射光を低減することは、微弱な月大気ナトリウム発光を捉える鍵となり、このためのイメージャーの第一焦点面に配置する遮蔽マスクの開発も新たに試みた。考えられる製作法の検討の結果、ガラス基板への真空蒸着でマスクを製作するのが最も妥当であると結論され、真空蒸着装置を新たに導入してクロムを 10^{-5} – 10^{-6} Torrで多数回蒸着した試作品を製作した。試験観測の結果、この技術が実際の観測に有効であることが示された一方で、マスクの濃度むら、耐久性の低さ、表面反射の完全な除去が課題として残された。

月ナトリウム大気の観測は、東北大学惑星圏飯館観測所において2001年11月から2003年1月の期間に実施された。取得した16セットのデータ中、5セットで月ナトリウム大気発光のイメージが得られた。そのうち1セットについてはノイズ成分が少なく、月齢条件も良かったことから月大気のモンテカルロシミュレーションとの比較が可能であり、有意

な解析を行うことが可能であった。

モンテカルロシミュレーションにおいては、月表面からの大気構成粒子放出機構として太陽光による光脱離、流星物質の衝突による蒸発の2プロセスを仮定した。計算には、その比率と光脱離により放出させる粒子の温度および放出量の太陽天頂角依存性を、放出に関わるパラメーターとして独立に変化させた。得られた月大気発光イメージから、昼間側の、月を中心とする太陽側半円に沿って断面をとることで、大気発光強度プロファイルを得た。それにコサイン関数をフィッティングすることで大気構造の太陽天頂角依存性について評価した。この結果、月ナトリウム大気構造は、与えたパラメーター単独では決定せず、それらの組み合わせを考慮することが重要であると結論された。

さらに上記の評価手法を観測で得られた月ナトリウム大気発光のデータに適用し、太陽光による光脱離により放出された粒子が放出された全ての粒子に対して占める割合は、最も少なく見積もった場合においても85%程度以下にはならないことが結論された。

本研究により、月大気の生成に関わるパラメーターがどのように関わりあって月大気構造を決定しているのかを初めて定量的に明らかにした。今後、与えるパラメーターを増やしてシミュレーション解析を行うことで、より多くのパラメーターの相関関係が明らかになり、月ナトリウム希薄大気の生成に対する理解が深まることが期待できる。