

スペクトル解析データを用いた粘性と海の成り立ちに関する地質調査

成蹊高等学校 天文気象部：長谷川 創一、浅沼 恵太、青木 亮太(高2)【成蹊高等学校】

要旨

私たち成蹊高等学校天文気象部はかぐや統合解析用デジタルデータから月面における粘性に関する考察を行った。

1. はじめに

月面の海は、過去のマグマの噴出によりできたため平坦である。今回は月面上の物質の粘性に関して仮説を立て、月周回衛星「かぐや」のKAGuya Data Integrated Analysis System：かぐやデータ統合解析データ作製・配信システム（以下、KADIASと呼ぶ）を利用し、設定した各地点における粘度を求めた。

2. 月のマグマの粘性についての仮説

月面の海の規模が大きく平坦であることから、月のマグマの粘性はハワイのマウナケア山のように低く、月面上を流れやすいのではないかという仮説を立てた。一方で、月の高地は月の海と比較して粘性が高いと推測した。

3. 研究方法

月面上に地点AからEまでを設定した（図1）。Aは典型的な月面の海、BはAの比較対象、Cは月面の高地として設定した。Dは古くて大きなクレーターであるコペルニクスの底、Eはその内部にできた比較的小さく新しいクレーターの底である。

ここで各地点における酸化鉄(II)FeOの重量パーセント (wt.%) からSiO₂の物質質量 (wt.%) を求めることで粘度を算出した。月面の各地点におけるFeOの物質質量は、KADIASの鉄-MI-wt.%のデータからFeOの重量パーセントを求めた。なお、今回は月面にあるFeはすべてFeOであると仮定した。

ここで得られたデータをもとに、SiO₂の重量パーセントとFeOの重量パーセントの関係性を示したグラフを用いて、SiO₂の重量パーセントを求めた。最後にメルトの粘性率とSiO₂の重量パーセントの関係式 $\log_{10}\eta = 0.146X_{SiO_2} - 6.3$ (η は粘度、 X_{SiO_2} はSiO₂の重量パーセント) から月面のマグマの粘性を求めた。

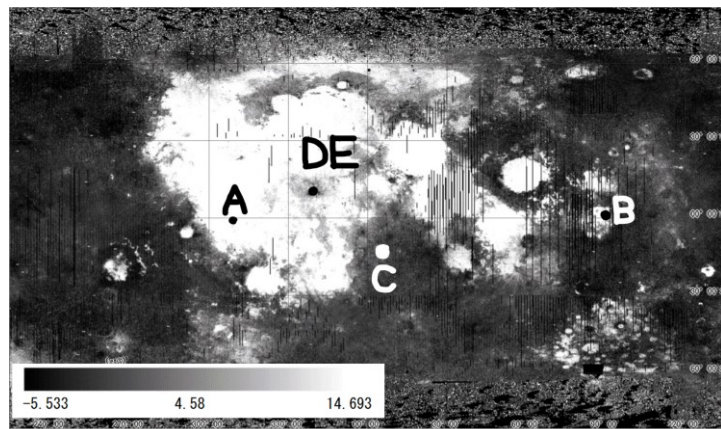


図1 FeO含有量（濃淡:単位wt%）の月面展開図と地点A～Eの位置
緯度:225-135°, 経度:82.5N-82.5S 出典:KADIAS (c)JAXA/SELENE

4. 結果と考察

図2に結果を示す。月面の赤道付近にある海（地点AとB）の粘度は比較的低く、仮説は正しいことが分かった。しかし一般的な地球のマグマに比べて粘度がやや低いことから、SiO₂の重量パーセント以外の要因も粘度低下に寄与していると推測された。

DとEは近隣にあるが、物質の傾向が大きく異なっていた。小さいクレーターの底部分Dが月の海Aと同じ程度の鉄の物質質量であり、大きなクレーター（コペルニクス）の底部分Eの鉄の物質質量が月の高地と近い結果となった。以上からAとDとEの形成史を考察する。Aのような海を作ったマグマがDやEの周りに流れ込む。→そこに隕石が衝突しコペルニクスができる。→その際に月の表面の海の部分が地面にめり込み、月の高地と同じような鉄含有量の地表ができた。→その後小さな隕石がコペルニクスに衝突。→コペルニクスができた時にめり込んだ、海と同程度に鉄を含む地層が再露出した、と考察した。

5. 今後の展望

今回は赤道付近のデータを利用した。月の極地の値はデータが不足していたため求められなかった。月の極地はシヤクトンクレーターに代表されるように月面基地を作るのに必要なH₂Oが豊富に存在している。そのため、極地の元素組成を求めることは月面基地を作る際に必要な材料を把握するためにも重要となる。今後はFeO以外を用いてSiO₂の重量パーセントを求めることや、粘性が比較的低い要因は何かを調べたい。

データ出典：KAGuya Data Integrated Analysis System：かぐやデータ統合解析データ作製・配信システム

参考：石橋 秀巳，鈴木 琉斗 2018. 熱力学的結晶作用シミュレーションによるメルト粘性スケールの信頼性の検討（序報），静岡大学地球科学研究報告，4，67-76.

表1 各地点におけるFeO, SiO₂の物質質量(wt.%)と粘度(Pa・S)

	赤道付近の海		月の高地	クレーター内部		マウナケア
地点	A	B	C	D	E	参考
緯度	2.43°	0.28°	8.0°	9.98°	9.88°	-
経度	309.34°	90.26°	15.0°	339.5°	339.98°	-
FeO(wt.%)	14.20	14.40	5.86	13.62	4.97	-
SiO ₂ (wt.%)	51.40	51.20	64.80	52.10	66.70	-
粘度(Pa・S)	16.01	14.97	1448.10	20.26	2742.84	100~10000

データ出典：KADIAS (c)JAXA/SELENE