

平成 21 年 4 月 10 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006~2009

課題番号：18540469

研究課題名 (和文) 円石藻類の炭酸塩殻における形態の光学的特徴に関する研究

研究課題名 (英文) Spectrometrical property of coccolithophoers

研究代表者

氏名 (ローマ字)：古川 登 (FURUKAWA NOBORU)

所属機関・部局・職：千葉大学

研究者番号：40251194

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：結晶成長・円石藻類・方解石・光学的性質

1. 研究計画の概要

本研究の目的は以下の通りである。

- (1) 方解石の紫外～赤外の波長の光に対する異方性を明らかにする。
- (2) 多種の円石藻類を試料に殻の結晶学的方位のデータを収集する。
- (3) それらの情報をもとにコンピュータシミュレーションを行い、殻の形と光学的な機能との関係を3次元的に解析し、殻と光学的機能の関係を明らかにする。

2. 研究の進捗状況

(1) の結晶方向と光学的性質の関係について

① 紫外～可視領域の透過率の異方性

天然方解石結晶から[0001], [10-11], [10-10], [1-210], [-1011]方向の面を切り出し、分光器のセルにあわせた厚さ5mm~22mmの角柱状に加工し、紫外可視分光光度計を用いて、190-1100nmの波長の透過率を測定をおこなった。その結果、

①-1) 可視光領域の光は、方解石ではほとんど吸収されず、結晶方位による異方性も見られない。

①-2) 紫外領域では、2ないし3本の吸収ピークが見られ、試料によりピークのシフトが見られた。しかし、円石藻類の殻の厚さが数 μm であることから、円石藻類に関してはほとんど無視できる程度の吸収量である。

② 赤外領域の透過率の異方性

赤外領域では、吸収が非常に強く、これらの試料では、方解石の基音スペクトルの得られる400-3000 cm^{-1} の範囲では赤外線は

完全に吸収されてしまい、この範囲ではスペクトルは得られなかった。

このため、試料厚さの異なる数種類の試料を作製し、赤外分光光度計で測定をおこなったところ約200 μm よりも厚さが小さい試料であれば、吸収スペクトルを得ることがわかった。そこで[0001], [10-11], [10-10], [1-210], [-1011]方向で厚さ約20~220 μm の試料を作製し8000 cm^{-1} ~400 cm^{-1} (1266~2500nm)までの範囲の波長の透過率を測定をおこなった。その結果、②-1) 400-3000 cm^{-1} の範囲に現れる方解石の基音振動は結晶方位の違いにより、明確な異方性を示した。

②-2) 100 μm よりも厚みのある結晶でも8000 cm^{-1} ~3000 cm^{-1} の範囲ではスペクトルが得られた。これらは、倍音あるいは結合音による吸収と考えられ、基音と同様、結晶方位の違いにより、明確な異方性を示した。

②-3) [10-11]と[-1011]面(ともにc軸と約45度の角度をなす)およびに[10-10]と[1-210]面(ともにc軸に平行な面)は、同一の赤外吸収パターンを示した。すなわち、方解石の赤外吸収パターンは、c軸に対して回転対称として扱える。

②-4) 吸収パターンは試料の個体差や研磨状態などの表面状態には、ほとんど影響されず、良い再現性を示す。

②-5) c軸に平行な方向と垂直な方向で、吸収パターンに異なる、すなわち異方性を示す原因は、これらの吸収が、 CO_3^{2-} イオンがc軸に垂直な正三角形をしていることに対応すると考えられる。

②-6) 特に、c軸に平行な面の吸収パターンは、 CO_3^{2-} の平面振動に対応するピークが複

数のピークに分離することが確認された。これはが本来、正三角形であるCO₃²⁻イオンにゆがみが生じていることを示唆する。

②-7) CO₃²⁻イオンの倍音の解釈には従来議論があるが、複数の厚さの試料を測定することにより、倍音に関する新たな知見が得られる可能性を示した。

(2) 多種の円石藻類の殻の結晶学的方位のデータを収集

① 従来、Braarudosphaera bigelowii 種とされていた試料から、形態の異なる2種類のBraarudosphaeraを見だし、その結晶方位の違いを明らかにした。

(3) コンピューターシミュレーションについて

①, (1)の成果より、紫外-可視領域の光に関しては、円石藻類においては吸収を考慮しなくて良いこと、赤外領域では、結晶方位による透過率の異方性はc軸周りの回転対称として扱えるという、比較的単純な性質を持つことがわかった。このため、既存の分子軌道法用ソフトで赤外領域の吸収について解析できる見込みとなり、Gaussian Inc.のソフトウェア「Gaussian03」を購入し、予備的な解析を行った。その結果、1700cm⁻¹付近に見られるピークは、CO₃²⁻イオンの平面振動にゆがみが生じることで説明できる可能性が示唆された。

3. 現在までの達成度

(1)では、方解石結晶の結晶学的方位と紫外-可視-赤外光の透過率との関係を明らかにすることができ、おおむね順調である。

(2)では、Braarudosphaera 属について新たな知見が得られた。

(3)のシミュレーションについては、既存の分子軌道法用ソフトで赤外領域の吸収について解析できる見込みとなり、新たなソフトウェアを開発する方針を転換することとした。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 方解石の紫外および赤外光領域で見られた透過率の異方性について、それぞれの吸収ピークに対応する振動の解析をおこなう。

(2) 単一種からなる円石藻類試料を赤外線透過する板状結晶上に並べ、赤外、紫外等の吸収が種によって異なるかを確認する。

(3) 分子軌道法の計算に用いるコンピューターソフトウェア (Gaussian03) を利用し

、得られた吸収パターンとシミュレーションにより得られた結果を比較、解析を実施する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 4 件)

1) Furukawa, N. (2006) Crystallographic direction of coccolith elements of the marine alga Braarudosphaera and its fossil group, Discoaster spp, Eleventh International Symposium on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry

2) Furukawa, N. (2006) Crystallographic direction of coccolith elements of the marine alga Braarudosphaera and its fossil group, Discoaster spp, 国際鉱物学連合第19回総会

3) 古川 登 (2007) 方解石結晶における紫外-可視-赤外光の透過率の異方性, 日本鉱物科学会 2007年度年会

4) 古川 登 (2008) 方解石結晶における赤外光の透過率とその異方性, 日本鉱物科学会 2008年度年会