

平成 21 年 5 月 21 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19740319  
 研究課題名（和文） ストロマトライトの生物起源に関する定量的評価のための幾何学的形状解析法の研究  
 研究課題名（英文） Quantitative analysis of stromatolite morphology to assess morphological influence of biological activities  
 研究代表者 勝田 長貴（KATSUTA NAGAYOSHI）  
 岐阜大学教育学部・准教授  
 研究者番号：70377985

## 研究成果の概要：

先カンブリア時代のストロマトライトの縞状構造を3次的に決定する試料準備方法とデータ解析手法の開発に取り組んだ。その結果、解析に使用したストロマトライト岩石試料の縞模様は、鉛直方向にはほぼ一定の厚さを示すのに対して、法線方向には円錐状の縞状構造の頂上部分で最大となる厚さ分布を示すことが明らかとなった。こうした縞状構造の厚さ分布は、シアノバクテリアなどの微生物の皮膜に砂泥が付着して形成されたというストロマトライトの生物起源説を支持する結果となった。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,300,000	0	2,300,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	300,000	3,600,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード：化石

## 1. 研究開始当初の背景

ストロマトライトという堆積岩は、シアノバクテリアなどの微生物の皮膜に砂泥が付着して形成されたものであり、生命の初期進化を探る重要な物証とされてきた。今日ストロ

マトライトと名づけられた岩石は、そのほとんどが先カンブリア時代に形成されたもので、縞状構造が発達した炭酸塩鉱物を主成分とする堆積岩で特徴づけられる。その多くは、シアノバクテリアを主体とするバクテリア

のマット（微生物の皮膜状集合体）が化石化したものであると考えられてきた。ところが近年、こうした先カンブリア時代のストロマトライトの堆積構造が、非生物起源であるという可能性を排除できないとする議論が、数学的モデルにより提唱された。これ以降、先カンブリア時代のストロマトライトの成因を巡り、論争が続いている。

こうした中、Allowood et al. (2006)は、西オーストラリアのピルバラ地域に分布する最古のストロマトライトのうち、すべてが非生物起源とみなすことができないと結論づける論文を発表した。その根拠のひとつとして、ドーム状の形態を持つストロマトライトの縞状構造が着目された。無機化学的モデルにおいては、海水と接触した部分で縞が形成される。このため、一枚の縞は、縞に対して垂直方向にどこでも一定の厚さになるように成長する。一方、最古のストロマトライトは、縞の厚さが縞の斜面部分では薄くなり、重力方向に均一な厚さを持つという特徴を示す。Allowood et al.は、こうした特徴を、上方から降り積もる鉱物粒子がバイオマットにより固定されたというストロマトライトの成長モデルで合理的に説明できると主張した。

こうした成因に関する議論の中心は、ストロマトライトの縞状構造の幾何学的形態に対する見方にある。すなわち、先カンブリア時代のストロマトライトが、生物起源であるか、非生物起源であるか、を決定する重要な科学的根拠を得るには、ストロマトライトの縞模様を定量的に記載する必要がある。その一方で、Allowood et al.を含めた従来の研究は、ストロマトライトの露頭風化面を観察しているにすぎず、こうして得られた結果は、ある特定の向きの縞状構造を定性的に記載したものにすぎない。こうした現状にあるストロマトライトの研究を進歩させるためには、

ストロマトライトの幾何学的形態を定量的、数値的に評価し、2つの形成モデルを検証する方法論を確立することが重要な研究課題となる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ストロマトライトの縞状構造の形態を定量解析する手法を構築し、ストロマトライトの縞模様がどこでも一定の厚さを持つのか、あるいはドーム状の斜面部分と頂上部分で異なるのかを明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

成層した縞状構造は、鉛直方向の層厚と縞に対して垂直（法線）方向の層厚は一致する。一方、ドーム状に発達した縞状構造は、成層構造の場合とは異なり、鉛直方向と法線方向とで異なる厚さを示す。そこで、申請者らは、これら2方向の縞の厚さを同時に決定する試料準備とデータ解析の理論と手法を検討した（早川 2009）。

本研究で使用したストロマトライトは、三角錐状の形状をなし、その頂上部の曲率は山から谷に向かって小さくなる傾向を示す。このため、谷の部分では、ほぼ成層した縞状構造を成す。そこで、この成層した谷の部分の縞状構造に対する垂直方向を、縞状構造の鉛直方向と定義し、鉛直方向の縞の厚さを求めた。一方、縞の法線方向の縞の厚さについては、上下2枚の縞を規定する平面の間隔によって定義した。

こうして定義された鉛直方向と垂直方向の縞状構造の層厚を決定するために、ストロマトライト岩石試料は、次のように作成された：まず、谷の部分の成層した縞状構造に対して、垂直方向に1センチの等間隔で切断する。次に、蛍光X線マッピングを行う分析面

を鏡面状に研磨し、縦 15cm × 横 12cm × 厚さ 6mm の 4 枚の試料を作成した。

ストロマトライト切断面の元素マッピングには、走査型 X 線分析顕微鏡を使用した。この蛍光 X 線分析装置は、XGT(X-ray Guide tube)と呼ばれる X 線導管により絞られた高輝度一次 X 線を、x-y 方向に走査した試料に照射し、試料から放射された蛍光 X 線をシリコン半導体検出器で測定することで、元素分布画像を出力する。この装置は、試料チャンバーが大気中にあるため、大型の試料を分析することができる。また、既存の SEM-EDS のように、蛍光 X 線の励起源として電子線を使用しないため、蒸着処理を必要としない。

本研究では、測定領域 164,86 × 164,86 mm<sup>2</sup>、画像数 512 × 512 pixels、測定時間 11200 sec/1 回、スキャン回数 10 回、の条件で行なった。その結果、使用したストロマトライト試料から Si, Ca, K, Mn, Fe, Sr の画像データ（空間分解能 0.32 mm<sup>2</sup>/pixel）を取得した。縞状構造の厚さの解析には、縞状構造を最もよく特徴づける Ca 画像を用いて行なった。

#### 4. 研究成果

上記の手法に基づき、鉛直方向に対しては 10 箇所、法線方向に対しては 6 箇所の縞状構造の層厚を決定した。その結果、解析したストロマトライトの縞模様は、鉛直方向にほぼ一定の厚さを示すのに対して、法線方向には、円錐状の縞状構造の頂上部分で最大となり、頂上部から離れるに従って一定の値を示すことが明らかとなった。こうした縞の厚さ分布は、解析したストロマトライトの形成には、生物作用が関与したことを支持する結果となった。一方で、今回の結果は、ストロマトライトの一方方向の断面を解析したにすぎない。今後は、今回解析した断面に対して直交する向きで解析し、今回得た結果が、切断面

に依存しないことを検証する必要がある。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 0 件）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

早川祐介（2009）先カンブリア時代ストロマトライトの縞状構造の三次元的解析. 平成 20 年度岐阜大学教育学部理科講座地学科卒業論文, 13 pp.

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

勝田 長貴 (KATSUTA NAGAYOSHI)

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：70377985

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし