

ダーウィンの‘環状サンゴ礁’アイデア

ダーウィンと同じように、環状サンゴ礁のミステリーを解くために考えてみよう

ダーウィンが1830年に‘ビーグル号’で航海した際、写真のような環状のサンゴ礁からなる小さな島々に気づいた。これらの環状サンゴ礁は熱帯の深海が広がる海域に散在していた。それらがどのようにして形成されたのか、‘ダーウィンが考えたように考えて’みよう。



太平洋のヌクオロ環礁（直径約7 km）。



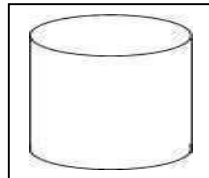
インド洋のバサス・ダ・インディア環礁（直径約15 km）。

これらの写真は、NASA ジョンソン宇宙センターの Science & Analysis Laboratory の画像で、パブリックドメインである。NASA の著作権ポリシーによると“NASA の資料は特に明記されていない限り、著作権によって保護されていない”とのこと。

最初の考え - 三次元の形

これらの島々が環状やほぼ環状の場合、ダーウィンは三次元的にどのような形をしているかを考えた。

環状の島が三次元的にどのような形をしているかを生徒に尋ね、紙を使って形を作るよう指示する。生徒は環礁の形が円筒形であることに気付き、紙の端を貼りあわせて円筒をつくるだろう。



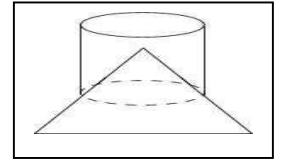
第二の考え - 柱

ダーウィンは、サンゴ礁が浅海で表面に向かって成長し、（サンゴは海面より上では生息できないので）表面で成長が止まることを知っていた。それでは、高く柱状に成長したサンゴ礁はどのようにしてできたのか？

このようなサンゴ礁の柱ができるにはどのくらい長い時間がかかるのかを生徒に尋ねる。サンゴ礁は浅海で成長し始めたが、礁の底は徐々に沈んでいったのでサンゴは成長し続け、時間をかけて柱状になったことに生徒は気づくだろう。

第三の考え - 環状の形

ダーウィンは、サンゴ礁が最初に環状の形に成長した原因を考えた。彼は、サンゴ礁は円形の地形上で成長し始めたはずだと考え、海洋ではどのような円形の地形がみられるかを自問した。



別の紙を使って、生徒に円形の地形をつくるよう指示する。円錐または逆円錐を作るには、紙を切って貼りあわせるだけでよい。生徒に円錐を作るよう指示し、海域で最も見かけそうな円錐形または逆円錐形の地形について話し合う。生徒は、海域で最も一般的に見られる島の一部は円錐形の火山島だと気づくだろう。円錐形の‘沈んだ火山’の上に円筒状にした紙をのせると、環状サンゴ礁の立体模型が出来上がる。



サウスサンドウィッチ諸島、ザボドフスキー島の Asphyxia 山（1800m、直径約6 km）

写真：Peter Kennett

第四の考え - 沈降

最後に、ダーウィンは時間とともに海水準が徐々に上昇した、あるいは海底が徐々に沈んだ原因について自問し、火山島が海の下へと徐々に沈んだと考えた。

ダーウィンは、陸域の一部は隆起し、一部は沈降したことを示す多くの証拠があることを認識していただけで、その理由はわかっていなかった。今日、プレートテクトニクスの証拠から、火山活動時、火山は非常に温かく、密度が低いことがわかっている。海洋では火山が海面上に達し、島となることが多いが、火山が冷えるにつれ、密度が高くなって沈み、現在みられるように火山は徐々に下方に沈んでいく。

理論の検証

ダーウィンの理論を確かめる方法を生徒に尋ねる。単純には、（ダーウィンでは利用できなかったが）穴を掘って環状サンゴ礁の基底に火山岩があるかを調べる。彼の理論はビキニ環礁で掘削孔が掘られた1947年まで確かめられなかったが、ダーウィンが予想した通りの層序が見られ、基底には火山岩があった。これは、ダーウィンが考えた‘環状サンゴ礁’の成り立ちに関する優れた証拠となった。

指導の要領：

題名：ダーウィンの‘環状サンゴ礁’アイデア

副題：ダーウィンと同じように、環状サンゴ礁のミステリーを解くために考えてみよう

概要：環状サンゴ礁の成り立ちに関するダーウィンの理論構築を、工作を通して体験する活動

対象年齢：11 - 18 歳

活動時間：15 分

学習効果：

- ・ダーウィンがどのように環状サンゴ礁の理論を組み立てたのかを説明することができる
- ・サンゴ礁（環状）とその下にある沈水した火山（円錐形）について、紙を使って単純な模型をつくることのできる

活動内容と関連事項：

ビーグル号での世界航海の後、チャールズ・ダーウィンは 1837 年に環状サンゴ礁の成り立ちに関する考えを初めて出版した。しかしその理論は、米国海軍の科学者が太平洋マーシャル諸島のビキニ環礁とエニウェトク環礁で掘削を行う 100 年後まで、確かめられなかった。

発展的な活動 - 環礁の工作模型：

ダーウィンの‘環状サンゴ礁’アイデアに関して、最初の写真のように、水槽に円錐形の火山をつくり、自作の模型を作成する。次に、上部に針金の輪をつけた円筒形の布を円錐の上に取り付ける。水槽に水を加えると（沈降する火山からみた海水準の上昇を再現）、サンゴ礁が上方に成長するように円筒形の布が持ち上がる。最終的に、二番目の写真のように水面に針金の輪だけが残し、環礁が再現される。



環礁の工作模型 - 火山が沈む前



環礁の工作模型 - 海水準が上昇し、火山が沈水した状態

工作模型の写真 - Elizabeth Devon

この活動に関する原理・原則：

- ・群体サンゴは海面付近でのみ成長する。これはサンゴポリプ（サンゴ礁の生物体）が藻類と共生（共生＝互いに支えあう 2 種類の生物の関係）しているためである。藻類は植物なので、光合成を行うために日光を必要とし、日光は浅海にしか届かない
- ・火山は‘ホットスポット’上や海嶺で形成される。プレートの運動により、火山が‘ホットスポット’から離れるにつれ、火山とその周囲は冷たく、密度が高くなり、徐々に沈んでいく

思考力の発達：

沈降する円錐形の火山の上で円筒形のサンゴ礁が発達する様子を描写する際に建設的な思考が促される。理論の検証方法を考える際に認知の矛盾が生じる。模型と実際とを結び付けるには関連付けの思考が要求される。

準備するもの：

- ・各個人または各班に A4 用紙 2 枚とテープ
- ・発展的な活動用：
- ・写真にみられるような段ボールまたは他のもので作った円錐
- ・円筒をつくるための布
- ・布上部に取り付ける輪をつくるための針金
- ・針と糸または、布をとめるためのテープ

参考になるサイト：

マーシャル諸島訪問者用チラシ：<http://www.visitmarshallislands.com/pdf/CoralAtolls.pdf>
 ダーウィンオンラインのウェブサイトにはダーウィンの包括的な情報が掲載されている：<http://darwin-online.org.uk/>

原典：主要活動は Chris King が、発展的な活動 Elizabeth Devon が考案した。二人とも Earthlearningidea Team のメンバーである

© Earthlearningidea team. The Earthlearningidea team は、学校教育程度の地理や科学を通じて地学を教える教員指導者や教員のために、最小限の資金と手段で、毎週、教材開発をしようと努めるとともに、国際的な支援ネットワークを発展させるために各教材についてオンラインでの議論も行っています。‘Earthlearningidea’ はほとんど資金提供を受けていませんが、自発的な努力によって大きな成果を上げています。

この活動に含まれる著作物の著作権は、教室や実験室での授業に使用する場合に限り、放棄されており、一緒に掲載されている他の発行者からの著作物についても同様です。この著作物の利用を希望する場合は、いかなる組織の方も、the Earthlearningidea team に連絡をお願いします。

この活動に含まれる著作物の著作権者には許可を得よう努めていますが、万が一、著作権を侵害している可能性がある場合は改訂などを行いますので、我々に連絡をおねがいします。どのような情報でも構いませんので、お気づきの点がありましたら情報をお寄せください。

また、これらの文書に関して不明な点などございましたら、the Earthlearningidea team にご連絡ください。

The Earthlearningidea team の連絡先：info@earthlearningidea.com