

島弧の海底熱水系に特有な構造と性質は地下生物圏にどのような影響を与えているのか：アーキアンパーク計画第1期の成果

How does the unique nature of the hydrothermal system within arc volcano affect the resultant sub-vent biosphere?

浦辺 徹郎[1], 丸山 明彦[2], 島 伸和[3], 石橋 純一郎[4], 丸茂 克美[5], 木下 正高[6]

Tetsuro Urabe[1], Akihiko Maruyama[2], Nobukazu Seama[3], Junichiro Ishibashi[4], Katsumi Marumo[5], Masataka Kinoshita[6]

[1] 東大理系大学院 地球惑星科学, [2] 産総研・生物, [3] 神戸大・内海域センター, [4] 九大・理・地惑, [5] 産総研・地調, [6] JAMSTEC

[1] Earth and Planetary Science,

Univ. of Tokyo., [2] AIST-IBRF, [3] RESEARCH CTR INLAND SEAS, KOBE UNIV., [4] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ., [5] AIST, GSJ, [6] JAMSTEC

<http://www.eps.s.u-tokyo.ac.jp/>

アーキアン・パーク計画*の第1期(平成12年度~14年度)では伊豆小笠原島弧のデイサイト質海底火山である水曜海山(北緯28度34分, 東経140度38分)において種々の物理探査、浅層コアリングを行なった結果、島弧の海底熱水系に特有な構造と性質が明らかになった。

この熱水系は粗粒の砂と軽石よりなる堆積物に覆われた平坦なカルデラ底(水深1,390m)に東西250メートル、南北200メートルにわたって広がっている。中央に直径60メートル程度のCentral Mound Complexとよばれるブラックスモーカーの密集した地域があり、その北西側に接して幅20メートル、長さ80メートルのShell Carpetと呼ばれる低温湧水地帯がある。低温湧水地帯は底質が礫であり、後に述べるcap-rockが発達しないため、高温の熱水系が発達しなかったものと考えられる。これらを取り囲んで、高温のブラックスモーカーの基底部をなす、直径0-2メートル程度の硫化物マウンドが点在する熱水地帯が広がっている。カルデラの東壁に近いEastern Hydrothermal Areaでは、堆積物が薄く、熱水はデイサイトの溶岩流の割れ目から噴出している。

平成13年および14年に、第2白嶺丸/BMS(海底設置型掘削装置)を用いて合計10本の掘削を行った。平均掘削長は6mで、掘削孔の8本からは熱水の湧出ないし噴出が見られ、温度は6~304であった。高温の熱水域では堆積物とデイサイトが強い熱水変質を受け、硬石膏、セリサイト、クロライト、黄鉄鉱の組み合わせに変質しており、不透水性のcap-rockを形成している。このcap-rockの上面は海底面付近から深さ10m程度まで波打っており、その下に300を越える高温の熱水溜まりが存在する。熱水溜まりの中の熱水の温度や組成は10年間にわたり場所によらず均一で、一繋ぎの熱水溜まりが熱水地帯の海底下に薄く広く分布していることが推定される。基底部に不透水性の溶岩流があるため、この熱水溜まりの厚さは2-3メートル以下で、溶岩部では温度が急激に低下する。

海底下数メートルに、300を越える高温の熱水溜まりが安定して存在するというきわめてユニークな特徴は、島弧熱水系にしか有りえない。中央海嶺の熱水系は基本的に玄武岩質地殻中に発達した張力割れ目系を熱水が循環するもので、熱水溜まりは作りえないからである。このため水曜海山では地下生物圏が海底面直下に限定され、かつ熱水が優勢で高温/還元的な領域と、循環海水が優勢で低温/酸化的な領域の境界部の厚さが狭いため、通常このような環境の傾斜部に発達する地下生物圏の総量が少ないことが分かった。

それではこのような熱水系の構造を示す要因は何であろうか? 複雑な要因が絡んでいるものの、恐らくは島弧のデイサイト質の火山の場合、山体が溶岩と火砕岩の互層から成っていることが大きく作用している。火砕岩の主要成分は熱水との反応で容易に粘土化する火山ガラスであり、これが変質して熱水の通路を自己シールし、熱水溜まりを形成しやすいのではないかと思われる。実際、上記の熱水溜まりの約150メートル下部に、別の熱水溜まりとも解釈される反射面が見つかり、熱水溜まりは複数積層構造を成している可能性がある。山体中にはマグマ溜まりがある可能性が高いが、それを熱源とする熱水循環系は、火砕岩層の中の熱水溜まりが、溶岩層中の割れ目により連結されているといった構造を示すのであろう。もし、循環海水がこのようにして火山ガラスと反応してガラスが水和すると、水曜海山の高温熱水の特徴である、海水より約20%高い塩濃度が達成される可能性が高い。

また酸性の島弧マグマは酸化状態が高いため、そこから放出されて微生物のエネルギー源となる還元性物質の濃度が、熱水中で高くないという制限があることが分かった。特に水素含有量が低いためか、それを利用するメタン生成菌の存在は限られるという、PCR解析の結果が得られている。

(*科学技術振興調整費総合研究課題「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究」)