

# 火山の恩恵 - 地熱利用の最前線 -

地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ  
村岡 洋文

## 火山がつくる高温熱水対流系

日本列島の多くの火山は、マントル上部や地殻下部から上昇してくるマグマが、地殻浅部にいったんマグマ溜りをつくり、そこから溶岩や火砕流を繰り返し噴出して形成されたと考えられています。とくに、カルクアルカリ岩系のマグマは浮力が大きいので、地下数km程度の浅部にマグマ溜りをつくると想像されています。カルクアルカリ岩系の火山の周辺に、沸騰点に近い90℃以上の温泉が多いのは、この浅部のマグマ溜りが地下水を温め、高温の熱水対流系をつくっているからです。

## 地熱発電の利点

このような火山周辺の熱水対流系を掘削すると、地下では熱水状態の流体も、坑井内を上昇する過程で圧力が低下して、160～330℃といった高温の蒸気に

なって自ら地表に噴出します。この蒸気でタービンを回転させれば、化石燃料を消費することなく、発電することができます。これが地熱発電の仕組みです。

地熱発電は純国産エネルギーのため、エネルギー安全保障の点でも優れていますが、二酸化炭素の排出量が最も小さなクリーンエネルギーでもあるため、地球温暖化対策の点でも優れています。ただ、残念ながら現在、日本の地熱発電設備の容量は約55万kWであり、世界第6位に留まっています。

最近では、火山の少ない国々までが、大深度まで掘削し、火山の熱ではなく、地下増温率を利用して地熱発電の開発に努力しています。しかし、わが国のような火山国が地熱発電に有利であることは言うまでもなく、広範な普及のための制度改善が望まれています。

## 高温マグマへの接近

ところで、日本の地熱開発技術は世界の最先端にあります。冒頭で、地殻浅部のマグマ溜りが高温の熱水対流系をつくっていると、見て来たような想像を述べました。実はこの想像が、日本の岩手県雫石町葛根田の深部地熱資源調査において、世界で初めて具体的に証明されたのです。

この調査では、1995年にWD-1aという深度3729mの坑井が掘削されました。図1のように、坑井は熱水対流系を貫通し、熱水対流系の熱源であるマグマ溜りの固結物の葛根田花崗岩体も貫通しています。この岩体が固結したばかりのマグマ溜りであるといえるのは、図2のように、この花崗岩体の境界では温度が370℃を、869mほど掘り貫いた坑底では500℃以上を記録しているからです。これは地熱掘削温度の世界最高記録であり、その科学的成果とともに世界の注目を集めました。

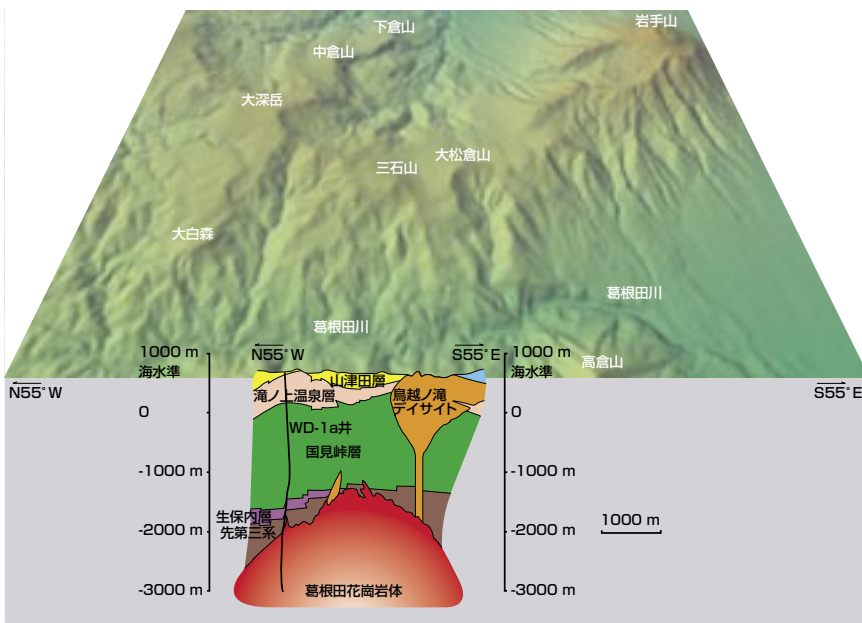


図1 岩手県雫石町葛根田の深部地熱資源調査(1992～2000)によって明らかになったマグマ溜り(固結物)の断面図

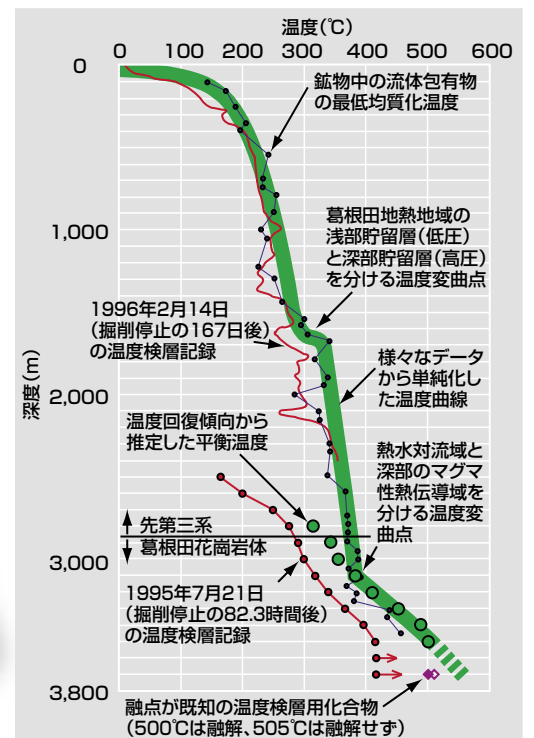


図2 葛根田花崗岩体付近の温度分布と解釈

# 観光資源としての火山 - 絶景と温泉 -

地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ  
阪口 圭一

## 火山が与えてくれる楽しみ

火山は私たちにさまざまな楽しみを与えてくれます(図)。

まず、すばらしい景観があります。富士山のようにそびえ立つ峰も火山の景観の魅力ですし、十和田湖のように青い水をたたえるカルデラ湖も火山が作り出した絶景です。日本の国立公園28カ所のうち18カ所に火山があることから、そのすばらしさをわかっていただけるでしょう。

また、その山に登る楽しみや滑る楽しみもあります。深田久弥さんの「日本百名山」の半数近くを第四紀の火山が占めていますし、蔵王や妙高など人気のあるスキー場の多くも火山の斜面を利用しています。さらに、山麓には豊富な湧水をもたらす、羊蹄山、富士山、阿蘇山などの周辺には名水百選に選ばれているものもたくさんあります。

## 火山地域の温泉

ところで、何と言っても日本人にとって一番の恩恵は温泉です。日本には3100カ所の温泉地があり、年間の延

べ宿泊者数は1億4000万人にもなります(平成14年度環境省資料)。最近では平野部などの非火山地域での温泉開発が盛んで、数の上では火山地域の温泉の割合はそれほど多くはありません。しかし、高温泉が多いことや泉質の幅が広いことなど、火山地域には魅力のある温泉がそろっています。火山地域では、地下に高温のマグマ溜まりがあるため、高温下での水と岩石の反応やマグマからの発散物と地下水との混合が起こります。そうしてできた熱水が活発な熱水対流によって周辺に広がっていき、多様な泉質の温泉群を作り出しているのです。

## 温泉で発電をする？

オーストリアのブルマウ温泉(Bad Brumau)はユニークな建物とエコ・リゾートが売り物の温泉地です。このホテルでは110℃の温泉水を使って地熱発電を行い、さらに、発電後の熱水を熱交換して給湯などに利用しています(写真)。110℃という熱水の温度は従来方式の地熱発電には向きませんが、ここでは熱交換によって低沸点媒体を蒸発させて



図 火山が与えてくれる楽しみ

その蒸気でタービンを回すバイナリーサイクル発電技術を使っています。

しかし、オーストリアには火山はありません。ブルマウ温泉は1970年代に行われた石油探鉱調査で見つかった温泉で、深さ2000mのボーリング坑から熱水を得ているのです。火山地域の温泉だと、もっと簡単に高温の熱水を得られます。

海外では、すでに多くの地域で、さまざまな規模のバイナリーサイクル発電設備が使われています。日本でも、温泉を利用したバイナリーサイクル発電の可能性調査が最近始まりました。今後の開発が期待されます。



写真 ブルマウ温泉(オーストリア)の地熱発電施設(左)とユニークなホテル(下)

