

大地の贈り物：地熱資源と温泉

佐脇 貴幸¹⁾・水垣 桂子¹⁾

1. はじめに

産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門では、研究開発テーマの1つとして、地熱発電と地熱資源探査・利用に関わる研究を行っています。「地質情報展 2005 ぎょうと 大地が語る5億年の時間」では、地熱資源の基礎、日本の地熱発電所、地中熱利用の原理、京都周辺地域の温泉の分布等について展示・紹介しました。

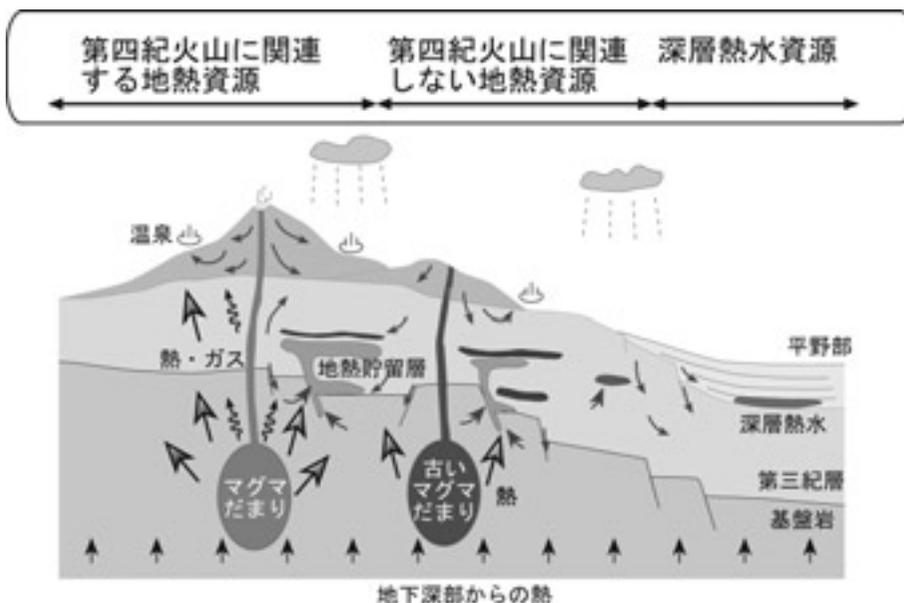
2. 地熱資源とその利用

2.1 地熱資源とは？

地層中の割れ目を通じて地表から浸み込んだ水

は、火山の下にあるマグマ溜まりあるいは地球内部から伝わってくる熱で熱せられ「熱水」となります。このような熱水が地下の割れ目に溜まっているところを「地熱貯留層」と呼びます。地熱資源とはこのような熱水のことを指します(第1図)。なお、一般に馴染み深い温泉もこの熱水の一形態です。

地下深くに眠る地熱資源を効率よく利用するためには、どこにどのような地熱資源があるかを見極めなければなりません。このために(1)地震波・電磁気・重力などを測定する地球物理学的探査法、(2)地表の岩石や温泉水などから地下の様子を推定する地質学的・地球化学的探査法が使われることになります。産業技術総合研究所ではこれらの手法を研究・開発しています。



第1図 さまざまな地熱資源(阪口・玉生, 2002を修正).

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード: 地熱資源, 地熱発電, 京都近辺の温泉, 地中熱

2.2 地熱発電

高温の地熱資源を利用して発電するのが地熱発電です。地熱発電では、地下500～3,000m程度の深さまで井戸を掘削し、地熱貯留層から200℃以上の熱水を取り出します。この熱水から蒸気を分離し、それを使って発電機のタービンを回して発電します。発電に使った蒸気や分離したお湯は還元井と呼ばれる井戸から地下に戻します。このように、地熱発電では一度使った熱水は捨てずに地下に戻し、再度加熱されて戻ってくるものをリサイクルできるようにしています。

地熱エネルギーは太陽、風力、水力などの自然エネルギーのひとつです。特に、世界有数の火山国である日本にとって、地熱資源は豊富に存在する自然エネルギーであり、CO₂を排出しない「クリーンエネルギー」、「再生可能エネルギー」でもあります。

世界最初の地熱発電は、1904年7月4日、イタリア・トスカーナ州のラルデレロで行われました。それから100年経った現在、日本を含めてアメリカ、フィリピン、インドネシア、ニュージーランド、イタリア等で地熱発電が行われるようになっていきます。日本国内では、北海道・東北・九州地方などの火山地帯に地熱発電所が

建設されており、その数は合計17カ所、発電量は533MWとなっています。今後は100℃前後の比較的低温の熱水を利用したバイナリーサイクル発電の普及が期待されており、その実証試験も始まっています。

2.3 地中熱利用

地下水は一年中ほぼ一定の温度なので、外気温と比べて夏は冷たく冬は暖かく感じます。このような地表と地下の温度の違いを利用するのが地中熱利用です。具体的には、深さ100m程度の井戸を掘り、そこにU字管を埋め込んでその中を水や不凍液を循環させ、ヒートポンプとつなげて熱交換を行います。このヒートポンプを冷暖房等に活用するわけです。産業技術総合研究所では、この利用を効率よく行うために、地下水の温度や流れ方についての研究を進めてきています。

3. 京都府近辺の温泉

昔から馴染み深い温泉といえば、箱根や草津など、火山の近くで湧き出している高温の温泉ですが、近



第2図 京都近辺の温泉・鉱泉。各泉のデータは金原(1992)による。

年になって、これとは違ったタイプの温泉の開発が進められています。関東平野に代表される平野部の地下には、地層中に滞留している熱水があります。これは、地球内部から伝わってくる熱によって温められたもので、「深層熱水」と呼ばれます。ちなみに、日本周辺では深度100mにつき約3℃地温が上がりますので、1,000m掘れば約30℃地温が上がることとなります。ただし、沸騰するような熱水となっていることは極めてまれです。

このように、深層熱水は非常に地下深いところにあるように感じられますが、その一方で地面に穴を掘るボーリング技術が進歩したことによって、このような深層熱水も採取できるようになり、これを温泉源とする温泉が平野部にも開発されるようになってきたわけです。

さて、京都府を含む関西地方には沸騰するほど高温の温泉は多くありません。これは、上記のように、高温の温泉が火山のマグマだまりで熱せられてできるのに対し、関西地方の地下には火山を作るようなマグマだまりが、今現在は無いからです。

とはいえ、高温の温泉が全くないわけではありません。第2図の範囲内では、有馬(98℃)、城崎(75℃)というのが高温の温泉の代表です。しかし、その熱源が何か、ということに関しては実はまだ確実なことはわかっていません。特に、前者の有馬温泉に関しては、同様のタイプの温泉が中部・東海・関東地方の一部にも確認されていますが、やはりその熱源・起源に関しては謎のままです。最近になってこのような温泉の成因についての研究が進み、そういった温泉の供給源は地下数十kmのマントルである、という説が発表されています。すなわち、日本列島の下に沈み込んだ海洋プレートから脱水した水(この時点で既に高温の熱水)は、その脱水した深度が100kmよりも浅い場合、水と岩石が反応してマグマを作ることなく、そのまま上昇して湧出してくるのではないかと、という説です(<http://www.gsj.jp/Gtop/topics/ryutai/ryutai.html>)。

4. 会場での反応

地熱発電所は、前述のように北海道・東北・九州

に集中しているため、これまでと同様「へえー、日本にもこういうものがあったんですか。」という反応がある一方、地熱発電所は温泉地に近い場所に立地していることが多く、展示されている地熱発電所の写真を見て、「ここへは行ったことがある。」という反応もありました。その理解をより深めるため、来場者の方にはできるだけわかりやすくその発電の原理、自然エネルギーとしての品質の良さ等を説明しましたところ、最近の自然エネルギーに対する関心の高さもあってか、「こういう自然エネルギーの利用をもっと進めていけばいい。」というような感想を持っていただきました。また、展示内容や地熱発電全般について解説した資料(パンフレット類)を置いておきましたが、次々に手に取っていただいてあっという間になくなってしまいました。なお、地熱関係のメーリングリストで本地質情報展に関して宣伝いたしましたところ、その登録者のお一方が来場され、熱心に質問をいただきました。

これまでの課題としていた実習形式の展示ですが、やはり場所的に模型を置くことは難しいと考え、ノートパソコン上でのアニメーションを展示いたしました。これと合わせて、地質調査総合センターから出版した「東北・九州地熱資源図」、「日本温泉・鉱泉分布図及び一覧(第2版)」(ともにCD-ROM)もノートパソコンで見られるようにし、その宣伝も行いました。

一方、これまでも展示してきたボーリングピットの回転模型も相変わらず好評で、下敷きとなっている石灰岩を必死になって削ろうとする小学生が数多くいました。やはり「体験できるもの」というのは大事だと感じられた次第です。来年度はまた地熱エネルギー関係とは縁遠い高知県での開催が予定されていますが、もう少し違った視点での展示ができないか、考えているところです。

文 献

- 金原啓司(1992):日本温泉・鉱泉分布図及び一覧。地質調査所, p. 394.
 阪口圭一・玉生志郎(2002):第7章 陸と海の資源 7.7 地熱資源の種類と成因, 理科年表読本 コンピュータグラフィックス 日本列島の地質CD-ROM版, 丸善(産業技術総合研究所 地質調査総合センター監修, 日本列島の地質編集委員会編)。

SAWAKI Takayuki and MIZUGAKI Keiko (2005): Gift from the Earth: Geothermal resources and hot springs.

<受付:2005年9月26日>