

日本の浸透率分布図の構築

わが国がもつ豊富な温泉データを応用



村岡 洋文

むらおか ひろふみ

hiro-muraoka@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門
地熱資源研究グループ長
(つくばセンター)

地質調査所入所以来30年、手法的には地質学をしばしば逸脱しつつ、一貫して地熱資源の研究に従事しています。国際エネルギー機関(IEA)地熱実施協定の日本代表を務めており、この研究はそこでの議論から生まれました。最近、世界では地熱資源に恵まれていない国々までもが地熱開発に努力しています。その中で、OECD加盟国の中でエネルギー自給率が最低(4.1%)であり、地熱資源大国である日本が、地熱開発を停滞させていることに警鐘を鳴らし続けています。

関連情報:

● 共同研究者

阪口 圭一、中尾 信典、金原 啓司 (産総研)

● 参考文献

[1] 環境省
<http://www.env.go.jp/>

[2] Muraoka, H., et al. (2006) Discharge temperature-discharge rate correlation of Japanese hot springs driven by buoyancy and its application to permeability mapping. *Geophysical Research Letters*, 33, L10405, doi:10.1029/2006GL026078.

● 用語説明

※コンタリング
等高線など、地図上で同じ値の輪郭を描くこと。

浸透率とは

浸透率とは、流体が地層のような多孔質の媒体中を流れるときの、流れやすさのことで、地殻中の流体の流動を支配する最も重要な物理量です。ところが、浸透率は地層のような多孔質の媒体の空隙の多さや空隙の形、水と岩石の相互反応など、さまざまな条件で変化します。つまり、浸透率は場所への依存性が強く、極端に言えば、掘削してみなければわからない物理量といえます。そのため、浸透率の広域分布図の作成は、ほとんど行われたことがありません。

温泉から浸透率分布図へ

私たちは、全国地熱ポテンシャルマップを作成することを研究課題の1つにしています。それには、地温データなどの収集も重要です。しかし、その分布が偏っていたりするため、どうしても温泉データを活用する必要があります。温泉はわが国の文化であり、2006年3月現在、わが国には27,866個もの温泉泉源があります^[1]。この多数の温泉はわが国の貴重な地熱資源ですが、同時に、地下の情報源でもあるのです。

私たちは、わが国の自然湧出泉や自噴井の温泉を中心に、3,686個の温泉データを選び出しました。これを湧出温度と湧出量に関して、対数表示してみると、見事な正相関が浮かび上がってきます(図1)。これは定性的には、熱水の温度が高いほど、熱水の密度が小さくなり、浮力が大きくなって、湧出しやすくなる現象として説明できます。

2005年9月の国際エネルギー機関(IEA)地熱実施協定の理事会(チューリッヒ)で、わが国の

温泉事情とともに、この関係を紹介しました。これに対して、ニュージーランドの地球物理学者Chris Bromley博士から、定量的に説明できるのか、と鋭い質問を受けました。この研究はその質問を契機に、受身的に展開したというのが実情です。帰国後、浮力上昇の方程式を検討したところ、いくつかの仮定は必要だが、温泉の全体的傾向は浸透率 10^{-13} m^2 の浮力上昇の方程式で理論的に説明できることが判明しました(図1の中ほどの曲線)。さらに、各温泉が浸透率 10^{-13} m^2 の理論曲線から左上や右下に分散する原因として、最も可能性が高いのは浮力上昇の方程式の中で桁違いに変化する浸透率であることに思い至りました。そこで、5つの浸透率尺度の曲線をつくり(図1の5つの曲線)、これで日本列島をコンタリング*してみました(図2)。別府-島原地帯やフォッサマグナなど、高浸透率が予想される地域が期待通りに表現されています。実にシンプルですが、浸透率の広域分布図の作成に成功したと確信し、直ちに論文^[2]にしました。

今後の展開

地殻の浸透率は地熱開発だけでなく、地下資源開発、地下水利用、地下空間利用、地層処分など、社会の持続的発展にとって不可欠な研究テーマです。まだまだ、さまざまな観点からその研究を発展させる必要があります。また、温泉データはわが国の独壇場です。この貴重な情報を駆使して、いろいろな地下情報の抽出に活用していきたいと考えています。

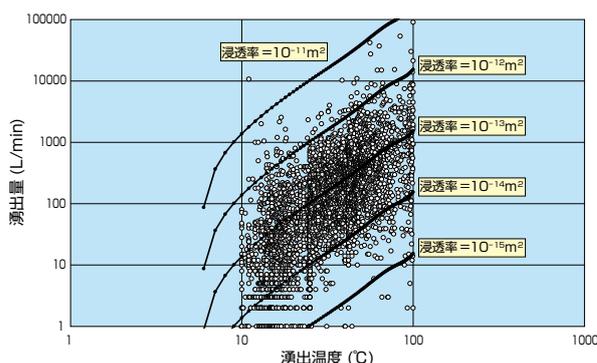


図1 日本の自噴泉の湧出温度と湧出量の関係 (Muraoka et al., 2006 を改変)
熱水の温度が高いほど湧出しやすくなる。

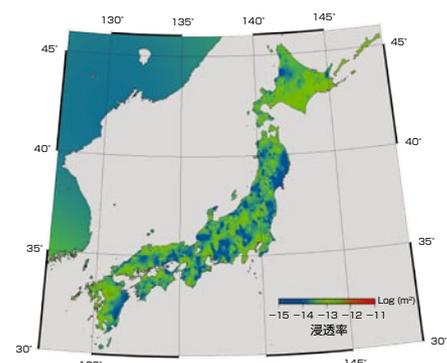


図2 日本の地下深さ1kmの浸透率分布図 (Muraoka et al., 2006 を改変)