

大地のエネルギー・地熱発電

水垣桂子¹⁾

地熱発電ってなに?

電気はどうやって作るか知っていますか? 磁石がぐるぐる回ると電気が発生します。つまり、発電するためには磁石を回転させるのです。水力発電では水の力で、火力発電や原子力発電では湯をわかした蒸気力で、タービン(複雑な風車のようなもの)を回転させ、ここに磁石をつないで回転させます。

地熱発電では、地下の割れ目にたまっている天然の蒸気を取り出して、その圧力でタービンを回転させて発電します。湯をわかす必要がないので、とても簡単でクリーンな発電方法なのです。

地下にそんな蒸気があるの?

地下の岩盤には、意外にたくさんの割れ目があって、地下水がたまっています。火山の近くでは、その地下水がマグマの熱で暖められて、温泉になることもあります。普通の温泉よりもっと深くでマグマに近いところでは、200℃から300℃以上になることがあります。でも地下には大きな圧力がかかっているのです。そんな高温でも蒸気にならずに湯のままだったり、非常に圧力の高い蒸気になったりします。このような高温の蒸気と湯をまとめて熱水といえます。

どうやって地下の蒸気を取るの?

地上から細くて長い穴を掘ります。これをボーリングといいます。でも地下のようすは地上から見えないので、どこに熱水がたまっているか、なかなかわかりません。地質構造を調べたり、地表の電気や磁気の変化を調べたり、地下の岩石が割れる時に起こるわずかな振動をキャッチしたりして、高温の熱水のたまっていそうな場所をさがして、ボーリングします。

地熱発電所のしくみは?

まず、蒸気を取り出すための穴があって、これを生産井といいます。深さは500~3,000m、地下の温度は250~320℃くらいです。普通は蒸気と湯が混ざった状態で出てくるので、蒸気と湯を分離する装置を通します。

分離した蒸気は、パイプラインでタービンに送られます。タービンに入る時には120~200℃くらいになります。タービンには発電機がつながっていて発電します。

発電に使ったあとの蒸気は、冷却塔でさまして、ぬるい湯にします。この湯と、最初に分離した湯は、還元井という穴から、地下の割れ目に戻します。

地熱発電の特徴は?

地下の蒸気を直接利用するので、燃料がいりません。また、太陽光発電や風力発電など他の自然エネルギーとちがって、天候の影響を受けないので、出力が安定しています。さらに、使用後の湯や蒸気を多目的利用することができます。温水プール、花や野菜の温室栽培、魚やエビの養殖、木材や野菜の乾燥、牛乳の低温殺菌やヨーグルトの発酵、暖房、融雪、染め物などに利用されています。

一方、地下の蒸気をさがすためにいろいろな調査をしなければならぬのと、ボーリングの費用が高いので、発電所ができる前にお金がかかります。発電所を作れる場所も、火山の近くなど地下に高温高圧の蒸気のある場所に限られます。また、1カ所から取れる蒸気量に限りがあるので、発電規模はあまり大きくできません。たとえば、日本最大の地熱発電所は1カ所で110MW(メガワット)ですが、原子力では1機で1,000MWくらい発電します。

1) 地質調査所 地熱熱部

キーワード:地熱発電, 熱水, ボーリング

有害なものはないの？

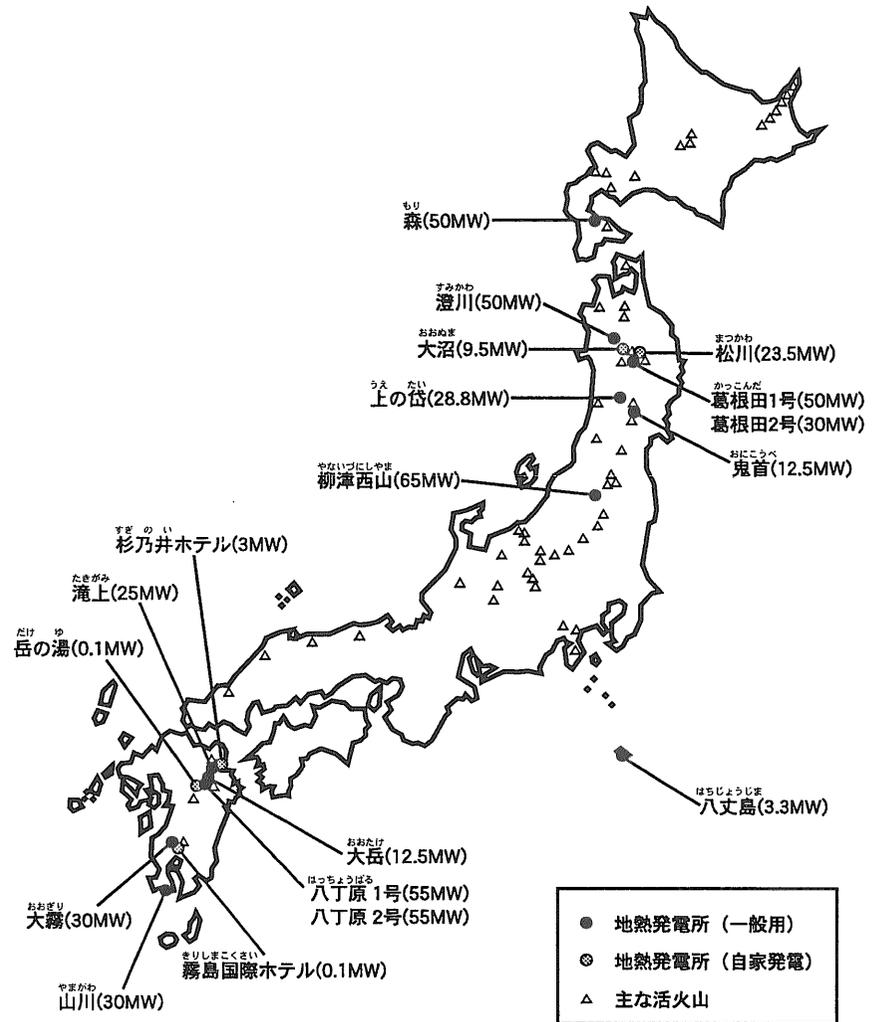
地下から取り出した熱水には、砒素などの有害物質が含まれることがあります。使用後の熱水は地下深部に戻るので、害になることはありません。有害物質の含まれる熱水を多目的利用する場合は、きれいな水を暖めるだけにして熱水はぜんぶ地下に戻し、暖めた清水を利用します。

硫化水素などの有害ガスや、二酸化炭素などの温暖化ガスも、蒸気と一緒に出てくる場合があります。しかしこのようなガスは、火山や温泉からも自然に出ています。地熱発電所から出るガスは、普通の温泉と同程度の量で、火山の噴火で出るよりずっと少量です。

地熱発電所はどこにどれだけあるの？

日本には、九州に8カ所、東北地方に7カ所、北海道に1カ所、八丈島に1カ所、合計17カ所にあります。発電量は全部で533MWで、日本の全発電設備の約0.2%です。くわしくは第1図を見てください。

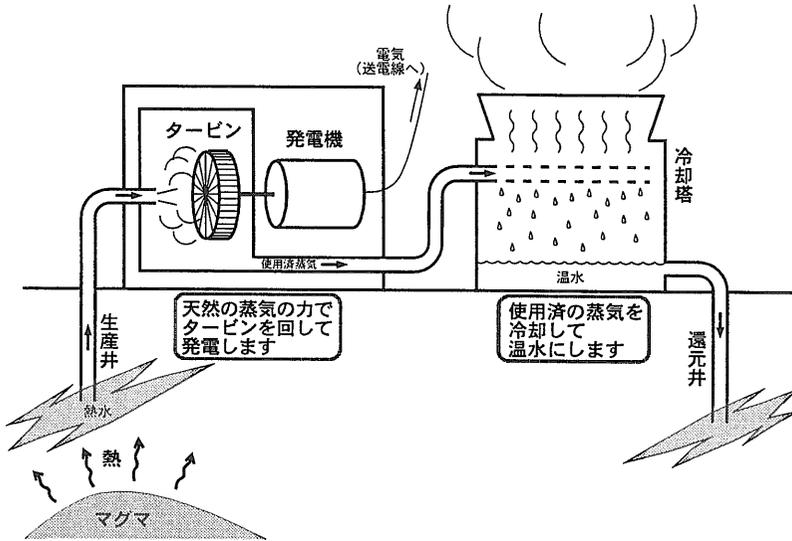
世界には、アメリカ合衆国2,850MW、フィリピン1,853MW、イタリア822MW、メキシコ773MW、インドネシア590MW、ニュージーランド359MW、アイスランド141MW、エルサルバドル130MW、コスタリカ125MWなどが主なところで、日本は世界第6位になります。外国の地熱発電所もすべて火山地帯にあります。(1998年12月現在、日本地熱調査会「わが国の地熱発電の動向」1999年版による。)



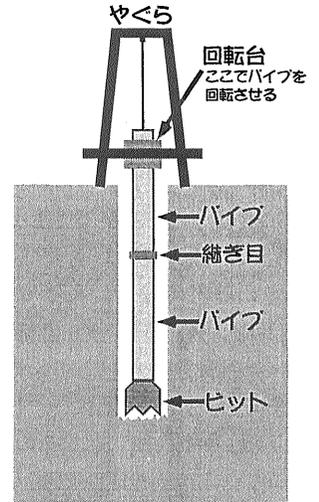
第1図 日本の地熱発電所。

どうして地熱発電所のある地域はかたよっているの？

現在の地熱発電技術では、地下に自然にたまっている高温の蒸気を使うので、地下に高温のマグマがあって、その近くに水のたまっているところないと発電できません。ですから地熱発電所を作れるのは火山の近くに限られます。また、日本では、火山地域は国立公園や国定公園などになっていることが多く、そのような公園内では開発が制限されています。



第2図 地熱発電所のしくみ。



第3図 ボーリングのしくみ。

地熱発電の新技術

そこで、もっといろいろな場所で地熱発電ができるようにするため、「高温岩体発電」と「バイナリー発電」という地熱発電技術の開発がすすめられています。

高温岩体発電というのは、地下の温度は高いけれども、割れ目が少なくて水がたまっていない場所に、人工的に割れ目を作って、地表から水を入れて、地下で熱せられて蒸気になったものを取り出して発電する技術です。これだと、天然の蒸気がたまっていなくても、温度さえ高ければよいので、地熱発電所を作れる場所が多くなります。

また、バイナリー発電というのは、温度の低い熱水を使って、水よりも低い温度で沸騰する液体をわかして蒸気を作り、この蒸気でタービンを回して発電する技術です。これだと火山の近くでなくても地熱発電が可能です。

地質調査所の地熱研究

地質調査所では、地下に熱水のたまっている場所をさがす方法、熱水のたまるしくみや時間的変化などの基礎的研究をしています。

☆解説：地熱ボーリング

ボーリングとは、地中に直径10～30cm程度の細くて長

い穴を掘ることで、ドリリング、試錐ともいいます。地表から下へ向かって掘ったり、ななめに掘ったり、トンネルの中などで水平に掘ったりすることができます。地中の岩石や水の様子を調べたり、地熱水や地下水・石油・天然ガスなどを採取するのが主な目的です。掘った穴のことを試錐孔、坑井、井戸などと呼びます。

ボーリングの時には、長いパイプの先に、超硬合金やダイヤモンド埋め込みの硬い刃先(ビット)を取り付けて、これを回転させて岩石を削り取りながら掘り進みます。このような長い機材を穴の中にもたすぐ入れるため、掘削地点には高いやぐらを立てて、その上からビットを付けたパイプなどを吊り下げます(第3図)。

掘った穴の中には地表から水を注入して循環させ、水と一緒に岩石の削り屑を地表に運び出します。細長い棒状の岩石サンプル(コア、岩芯)を採取する場合もあります。

ボーリングの途中、地表から注入した水があまり戻って来なくなることがあります。これは水が地下の割れ目に流れ込んでしまうためなので、地下に大きな割れ目があることがわかります。そこで地下の温度が高ければ、高温の熱水がたまっている可能性が高いので、地表からの水の注入を止めて、地下から熱水が噴き出してくるかどうかテストします。これを噴出試験または噴気試験といいます。

MIZUGAKI Keiko (2000) : Energy of the earth : Geothermal electric power generation.

< 受付：2000年1月7日 >