

## 環境研究の最前線 ——

県環境科学国際センター研究員に聞く ③

# 埼玉県における地中熱エネルギーの活用

埼玉県環境科学国際センター 土壌・地下水・地盤担当 **濱元 栄起**

埼玉県環境科学国際センターは、「試験研究」「情報発信」「国際貢献」「環境学習」を4つの柱とする環境科学の総合的中核機関です。また、令和4年度からは研究成果の社会実装化を目指した取り組みも進めています。

本連載では、当センターで行われている社会実装に繋がる6つの研究を紹介します。

### ● 地中熱エネルギーとは

地球温暖化やエネルギー問題に対応するためには、再生可能エネルギーの活用が重要です。地中熱エネルギーもそのひとつとして、積極的な利用が期待されています。地中熱は地熱とは異なるもので、その基本的な特徴を説明します。地中の温度は年間を通じて安定（例えば埼玉県では15℃程度）しているため、冬は外気よりも地中が暖かく、夏は外気よりも地中が冷たいという特徴があります。このような地中の暖かさや冷たさを冷房や暖房の熱源として活用することができます。地中熱エネルギーは、縄文時代の「竪穴住居」でも利用されていました。

竪穴住居は、地面を掘り下げて、屋根で覆った建物であるため、冬は地表より暖かく、夏はひんやりと暮らすことができたと思われられます。また地中の温度を反映した地下水も年間を通じて温度が安定しているため、我々は夏に地下水でスイカを冷やしたり、冬にはその暖かさを炊事のために利用したりするなど、日常的に地中熱を利用してきました。現代においては、エアコンなどの室外機（ヒートポンプ）と組み合わせて、地中熱源ヒートポンプ（地中熱源HP）として冷暖房や給湯のために利用する方法が普及し始めています。

地中熱源HPは、「クローズド式」と「オープン式」に大別することができます。クローズド式は数十メートルから百メートル程度のボーリング掘削をして、孔内にU字状のパイプを埋設し、循環液を流すことで地中の温熱や冷熱を循環液に移して地上で利用するものです（図1）。一方、オープン式は、地下水をくみあげ、地上部で直接ヒートポンプの熱源として利用するものです。国内ではクローズド式のほうが多く用いられています。

### ● 埼玉県における地中熱エネルギーの活用

県による再生可能エネルギーの賦存量の推計によると、県内において地中熱エネルギーは太陽エネルギーに次いで多く、今後の活用が期待されています<sup>1)</sup>。

地中熱源HPは、海外では広く普及しており、アメリカで100万台以上、中国で数十万台が導入され、ヨーロッパでも古くから利用されています。日本国内の導入実績は2,993台であり、海外に比べて遅れているのが現状です<sup>2)</sup>。埼玉県では、このうち120台が導入されており、ウェスタ川越（川越市）やふれあいキューブ（春日部市）、大宮警察署（さいたま市）

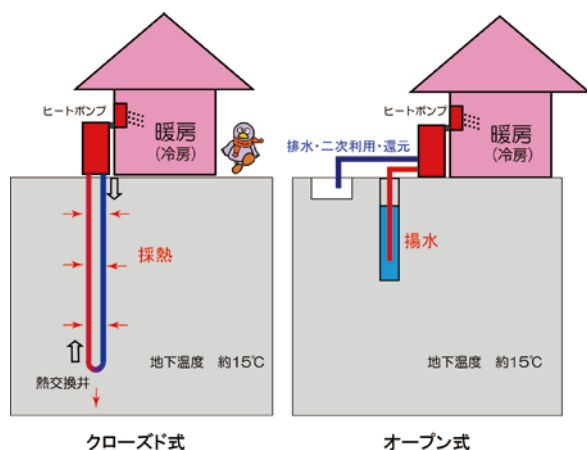


図1 地中熱源ヒートポンプの概念図

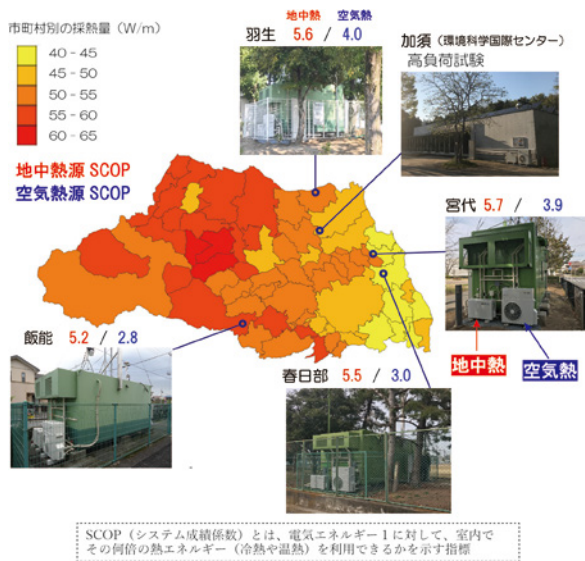


図2 地中熱ポテンシャルマップと実証試験結果

などの公共施設や一般住宅、農業用ハウスなど様々なところで活用されています。

### 地中熱ポテンシャルマップと実証試験の結果

地中熱エネルギーの特徴のひとつとして、地下環境の条件(地質、地下温度や地下水流動特性)によって、地域的に熱の採りやすさに差が生じることが挙げられます。一般的には設置場所の地質が、地下水が流れやすい砂や砂礫で形成されている場合に熱を採りやすい傾向にあります。そこで、県では、地中熱の採りやすさの地域的な分布を明らかにするため、県内約 5,000 地点の地質情報(地質柱状図)を解析し、市町村別の熱の採りやすさを地図上に示したポテンシャルマップを作成しました。これによると、粘土やシルトで形成されている東部地域に比べると、砂や砂礫から形成されている西部地域のほうが熱を採りやすい傾向にあることが分かりました。ただし、この熱を採る効率が低めの傾向である東部地域(40W/m以上)でも、全国の平野部の標準的な値に近く、適切な設計や施工を行うことで地中熱を県内全域で利用できる可能性があると考えられます。

さらに県内 5 地点の小規模な建物(環境科学国際センターのエコロジック棟と 4 地点の大気汚染常時測定監視局)に、実証試験用の地中熱源 HP と通常のエアコンである空気熱源ヒートポンプ(空気熱源 HP)を各 1 台設置し、運転効率の比較をしました。

参考文献

- 1) 埼玉県環境部 (2011): 再生可能エネルギー(グリーンエネルギー)地域活用推進事業調査業務報告書(概要版), [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000141935.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000141935.pdf)
- 2) 環境省 (2021): 令和 2 年度地中熱利用状況調査の結果について, <https://www.env.go.jp/press/109367.html>

### Profile

ほまもと ひでき 埼玉県環境科学国際センター・主任研究員 博士(理学)



東京大学地震研究所での大学院生時代に「巨大地震と地下温度との関連を調べる研究」に携わって以来、地下温度に関する研究を専門としています。これまで国内外の陸地や海洋で地下温度測定を行ってきました。このような研究を行う中で地中熱エネルギーが、地球温暖化やエネルギー問題に対応するひとつのカギになると考え、当センターでは地中熱エネルギーの研究に邁進しています。

電気エネルギーを 1 とした場合に、室内でその何倍の熱エネルギー(冷熱や温熱)を利用できるかを表す指標である SCOP(システム成績係数)で効率を評価しました。この値が大きければ効率が高いことを示しています。

図2に冷房運転の場合の地中熱源 HP の平均 SCOP(赤字)と空気熱源 HP の平均 SCOP(青字)を示しました(建物条件がほぼ同じである大気汚染常時測定監視局の結果のみ記載しています)。実証試験の結果、地中熱源 HP の SCOP は 5.2 ~ 5.7 であるのに対して、空気熱源 HP は 2.8 ~ 4.0 となり、地中熱源 HP のほうが、効率が約 1.5 以上高いことが明らかになりました。この結果から、県の東部地域でも地中熱を効果的に利用できることが示されました。ただし、この実証施設や試験方法は、特定のモデルケースであるため、それぞれの設置場所や使用方法に適したシステムを導入する必要があります。

### おわりに

地球温暖化やエネルギーの課題に対応するために、地中熱エネルギーも有望な再生可能エネルギーのひとつとして期待されています。埼玉県でも導入数は増えつつありますが、将来的に普及の余地が大きいと考えられます。県では埼玉県内への地中熱源 HP の普及に役立つ研究や情報発信の一環として、地中熱ポテンシャルマップの作成や実証試験を行いました。その結果、埼玉県内でも地中熱エネルギーを効果的に活用できることを明らかにしました。将来的に埼玉県内の地中熱エネルギーの活用機会が増えることを期待しています。