特集に寄せて

低炭素社会のための地熱資源の開発

Geothermal Energy Development for the Low−Carbon Society

海江田 秀志 KAIEDA, Hideshi
一般財団法人 電力中央研究所首席研究員　工学博士
日本地熱学会　会長

わが国では低炭素社会を目指して温室効果ガス（GHG：Greenhouse Gas）の排出を、2013 年度比で 2030 年に 26%、2050 年には 80% 削減するという目標を設定し、再生可能エネルギーの主力電源化を進めている。地熱は発電出力が安定した再生可能エネルギー資源であり、2018 年 7 月に策定された第 5 次エネルギー基本計画に基づくと、2030 年までに国内の総発電設備容量を現在の約 55 万 kW から 155 万 kW 程度まで増大させる必要がある。このため、国も「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」（FIT）における地熱発電の価格を比較的高く設定したり、国立・国定公園などでの開発規制を緩和するなど地熱開発を支援しており、FIT の導入後温泉を利用した出力数 kW ～数千 kW のバイナリー地熱発電所や、2019 年に運転を開始した出力約 4.6 万 kW の山葵沢地熱発電所など、70 余りの地熱発電所が建設されている。しかし、地熱開発には発電コストや既存発電所の出力低下などの課題もあり、これらの解決に向けた技術開発が進められている。

これまでの地熱開発では地下に天然に存在する蒸気や熱水の溜まり場（貯留層）に地表から坑井を掘削し、自然に噴出する蒸気や熱水で発電する。貯留層は地下数百 m から 3,000 m 程度までの範囲にあり、地表からの調査ではその位置や容量などの評価が難しく、坑井が貯留層に当たらない場合や、蒸気や熱水の生産量の減衰により追加の坑井が必要となる場合、蒸気や熱水中の溶存成分によりスケールや腐食対策が必要となる場合などがあり、開発リスクや発電コストの上昇に繋がっている。

これらの課題解決策の一つとして、貯留層への水の補給、貯留層内の透水性改善、貯留層の造成を人工的に行う増産（人工）地熱システム（EGS：Enhanced/Engineered Geothermal Systems）の技術開発が進められている。アメリカのガイザース地熱発電所やイタリアのラルデレロ地熱発電所では、蒸気の生産量が減衰した貯留層に都市排水や発電後の凝縮水を注入して生産量を回復させており、わが国でも柳津西山地熱発電所で貯留層への河川水の注水が試験的に行われている。また、ドイツやフランスでは水圧破砕で貯留層内の亀裂を拡大させて透水性を高め、熱水や蒸気の生産量を増大させて発電している。さらに、アメリカでは高温で緻密な岩盤（高温岩体）に人工的に貯留層を造成して、1990 年代初めには約 9 千 kW の熱抽出に成功した。わが国でも高温岩体から数百～数千 kW の熱抽出に成功したが、当時は発電コストが高いとされ実用化に至らなかった。現在、アメリカではユタ大学が中心となり、高温岩体発電の商業化を目指した実証実験が進められている。

一方、アイスランドでは 2009 年に深さ 2,100 m の坑井から温度 450 ℃で圧力 14 MPa の過熱蒸気が生産され、1 本の坑井で 3 万 kW 程度の発電の可能性が示された。これは超臨界地熱資源として注目され、わが国でも内閣府の“エネルギー・環境イノベーション戦略”で温室効果ガス排出削減の有望な革新技術の一つとされている。現在、過熱蒸気中の溶存成分による地熱材料の浸食や腐食対策をはじめ、超臨界環境における岩盤の特性評価、および掘削や熱抽出技術などの研究開発が行われている。

その他、地上設備ではバイオマスや太陽熱などで地熱蒸気を加熱して発電効率を高めるハイブリッド発電や、発電後の熱水などでバイナリー発電を行う複合発電なども実用化されつつあり、最近では熱水の代わりに二酸化炭素を地下に循環させて地熱発電に利用する技術開発なども進められている。

地球の内部は非常に高温で 99% は 1,000 ℃以上とも推定され、膨大な熱エネルギー資源が蓄えられている。しかし、現状は開発リスクや発電コストから火山周辺の地下浅部での開発に限られている。それでもわが国には 111 個の活火山があり、従来型の地熱資源のポテンシャルは世界第 3 位で 2,374 万 kW と評価されている。高温岩体資源や超臨界地熱資源なども合わせると、そのポテンシャルは桁違いに増えると予想される。また、富士電機が世界最大級（14 万 kW）の発電設備をニュージーランドに納入したほか、国内のメーカーが世界の地熱発電所のタービンの約 7 割を納入し、途上国の地熱開発にも技術協力するなどわが国の技術は世界の地熱開発にも貢献している。

わが国は地熱資源に恵まれており開発技術も持っている。さらに、地熱は発電だけでなく発電後の熱水は地域冷暖房や農業・漁業など地域振興にも活用できる。地元と協調した地熱開発が低炭素社会の構築に貢献することを期待したい。

富士電機

Innovating Energy Technology

＊本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。