

熱の徹底利用

2014/08/20

コラム

山藤 泰

YSエネルギー・リサーチ 代表



「草津よいとこ一度はおいで、ドッコイショ。お湯の中にも花が咲くよ、チョイナチョイナ。……………」というのが草津温泉を謡ったものだということはずっと前から知っていたが、温度の高い温泉の泉源から吹き出るお湯を水槽に入れて、板でかき回して温度を下げる人達が声を合わせて唱った湯もみ唄で、幾つかの歌詞や節があるということを知ってからそれほどの年数はたっていない。資料によると、草津温泉の泉源水は温度が一番高いところでは摂氏 94 度ほどだということから、入湯にほどよい温度に下げるのは重労働だったに違いない。

このような 90 度前後の温度を持つ温泉のエネルギーで発電する方式が最近あちこちで稼働を始めている。発電には、オーガニック・ランキンサイクル（バイナリー）システムが利用されている。沸点が 4~50 度の液体（代替フロンなど）を泉源温度で高圧蒸気にして、その圧力でタービンを回して発電機を回すというやり方だ。このように温度の高いお湯が出るということは、その下に大きな高温地層があるということだが、それを使って大規模な地熱発電をする計画は、泉源が涸れてしまって温泉街が駄目になるという反対が強く、これまで地熱発電の実現は難しかった。しかし、このバイナリー発電であれば、噴出する高温水の量が十分であれば、発電することで水温は下がるから、温泉宿にしても湯を冷やす必要度が下がるので助かることになる。ただ、発電規模はせいぜい数百キロワットまで。とはいえ、地熱利用として固定価格買取制度による売電収益もあるし客寄せにもなるために、普及しはじめているようだ。

このような高温水は、工業プロセスで未利用のまま捨てられている廃熱をうまく利用すれば作れて、安定した電源とすることができるだろう。高温廃熱利用も純然たる温度差発電が応用できる分野である。工業プロセスで加熱炉からなどの廃熱がそのまま捨てられていないか調べて、温度、エネルギー量を測定してみれば、その温度差発電能力を集積すると、そのプロセスに消費される化石燃料を削減できるとか、火力発電の燃料を削減して、ほんの僅かだが、いま問題になっている国際収支の改善にも貢献できるかもしれない。

これと同様な温度差発電に、19 世紀に原理が発明されて扇風機の羽根を回すなどにも利用されていたスターリングエンジンがある。これは我々が馴染んでいる内燃エンジンとは異なり、シリンダーを外から加熱する外燃式で、二つあるシリンダーの一方に加熱する温度と、もう一つのシリンダーを冷却する水や空気の温度差で発電できる。大型ボイラーを暖房に使う英国などでは、その燃焼部分に取り付けて発電させ、その電力は系統に流すことができるなど実用化されている。ただ、発電効率はあまり高くないし系統接続が認められていないので、日本ではほとんど普及していない。[日本スターリングエンジン普及協会](#)などがあるように、商品化が期待されながらもコストがまだ高いようだ。しかし、稼働に伴う騒音はほとんどないという優れた特性もある。今後バイオマスボイラーなどに取り付けて使われれば、固定価格買取制度が適用されるので、林業活性化に貢献するかもしれない。

また、つい最近産業技術総合研究所が発表したものだが、かなり効率の高い温度差発電ができる素子が開発された。出力密度が 12W/L と高い「スタック型熱電発電ユニット」で、比較的低い温度と小さな温度差で動作し、温度が 100℃以下の温泉や太陽熱による温水を熱源として利用できる。低コストで作製できる点も特徴の一つだ

ということだから、多方面での利用が可能だろう。このユニットに、95℃の温水と10℃の冷水（温度差 85K）を7L/分の流量で流し入れた場合、電圧 17V、電流 0.6A、すなわち約 10W の出力が得られるということだ。これまで、温水と冷水を用いる熱電発電ユニットの出力密度は、パナソニックが 2014 年 4 月に発表した 8.2W/L が最高値だったが、今回はそれを約 1.5 倍上回った。同ユニットは、1 ユニット中に利用する熱電発電モジュールの数を換えられるし、複数のユニットを接続してより大型の発電システムを構築できる。“積み木”の積み方を変えるように、全体の形状を選べることも特徴であるという。

最近では人体の体温で微量発電ができる熱電素子も開発され、スマートフォン充電や医療用センサー電源に利用されるようにする研究も進捗していると聞く。温度差発電は多面的な利用ができるから、廃熱利用も含めて熱の徹底利用が可能となるはずだ。この分野の技術開発を拡大させ累積すれば、化石燃料の消費を抑制する効果が意外に大きいかもしれない。これからが楽しみだ。