

別府と温泉エネルギー

別府大学国際経営学部国際経営学科
教授 阿部 博光

世界的に有名な温泉都市・別府。東西5キロ、南北8キロにわたる火山麓扇状地で毎分8万3058ℓもの温泉が湧出（別府市、2020）し、これは日本一の規模を誇っている。そんな別府では、2011年の東日本大震災によって起きた福島原発事故、気候変動による自然災害の頻発などを受けて、自然エネルギーのひとつである温泉を有効活用すべきとの声が強まった。本講義では別府における温泉エネルギー活用の現状と課題を紹介する。

なぜ自然エネルギーは注目されるのか

そもそも温泉などの自然エネルギーがなぜ注目されるようになったのか。理由は大きく分けて3つ挙げることができる。

まず「純国産」のエネルギーであることだ。例えば約99%を輸入に頼る石油は、その80%以上が中東諸国から来ている。すなわち中東で紛争などが起これば日本へのタンカー輸送ができなくなる恐れがある。価格も高騰し日本経済は大打撃を受けることになる。しかし、身近にある自然をエネルギーとして活用すれば、そのような懸念は解消される。また自然エネルギーは実質「無料」であるため、発電所建設など初期の設備投資、メンテナンス費用の負担だけで済むことになる。

次に環境に優しいエネルギーだからである。石油や石炭のように地球温暖化悪化の原因となる二酸化炭素（CO₂）を排出するわけではない。大気汚染も引き起こさない。

昨年、地球温暖化が原因とされる大雨によって国内あちこちが大洪水に見舞われたが、大分県内

でも被害が相次いだ。多くの別府大学の学生が被災地に出向いてボランティア活動を行ったこともあった。



図表1 被災地で活動する別大生（広報室提供）

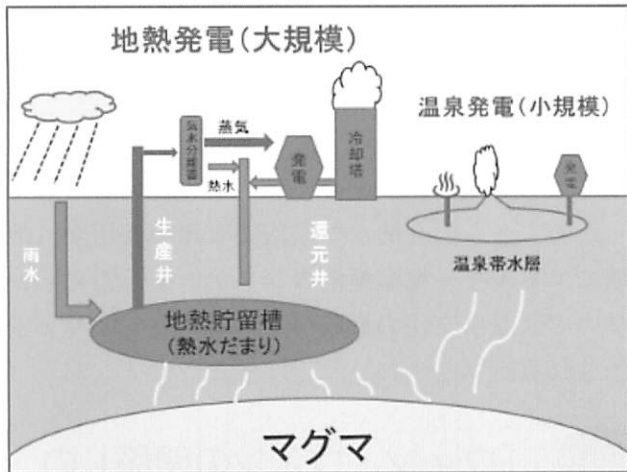
そして安全性の問題である。自然エネルギーは原発のように深刻な事故は起こさない。福島原発事故以来、国民の間にはエネルギー開発に関して安全性を重視する風潮が強まり、その結果、自然エネルギー開発に注目が集まったといえる。

温泉も発電に利用

日本は火山大国である。地熱の保有規模はアメリカ、インドネシアに次ぐ世界3番目となっている。特に大分県の九重連山の地下には大量の地熱が存在しているといわれる。それを裏付けるように九重連山の麓の九重町では日本一の設備容量を擁する九州電力八丁原（地熱）発電所が稼働するなど全部で6つの地熱発電施設（バイナリー発電施設含む）が運営されている。

そして別府の温泉も発電に利用され始めた。そもそも温泉発電も地熱発電と同様、マグマの活動

によって得る熱源を利用している（図表2）。別府の場合、湧出量が日本一だけでなく、温泉発電にとって有利となる条件がそろっている。高温の噴気が出たり沸騰しながら温泉水が噴出したりする場所が348孔にも達し、全国（1,057孔）の3分の1が別府に集中している（由佐、2003）ことなどが挙げられる。



図表2 マグマ活動と発電の関係（筆者作成）

このため別府では、他地域に先駆けて温泉発電の開発が進み、2015年には地場企業が開発した温泉発電システム「湯けむり発電」が市内の「大分県農林水産研究指導センター」に設置され話題を呼んだ。同センターでは温泉熱利用の温室栽培実験施設にICT機能を駆使した「地熱利用スマート農業ハウス」も完成し、海外や県外からも視察者が相次いだ。2013年には安倍晋三首相（当時）が「湯けむり発電」の実証実験を視察し、その場で温泉発電開発規制の緩和に言及したこともあった（図表3）。

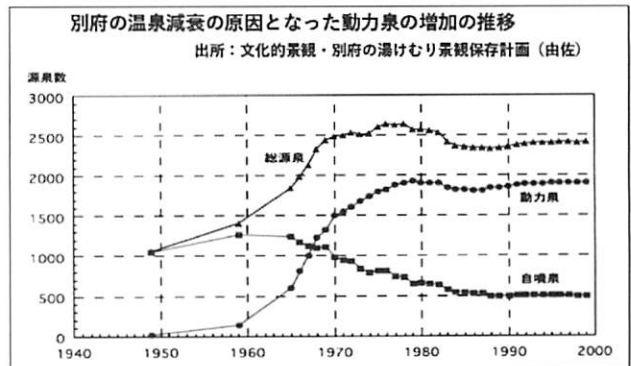


図表3 視察する安倍首相（当時）（筆者撮影）

そして別府ではビジネスチャンスとばかりに温泉発電開発が進んだ。2018年9月時点で、全国で稼働する温泉発電施設の数には54件だったが、そのうち30件が別府に集中したのだった。

温泉資源を守れ！

全国で自然エネルギー開発が進んだ理由として2012年に「再生可能エネルギー固定価格買取制度」(FIT) がスタートしたことも挙げることができる。この政策は、自然エネルギーで開発された電力を電力会社が高く買い取ってくれる制度であり、事業者の間で「湯量が豊富な別府で温泉発電をやればもうかる」との認識が強まったとみられる。



図表4 別府の温泉動力泉増加の推移（由佐 2012）

しかし実際のところ、別府の温泉資源は既に限界に近づいているのが現状である。温泉開発の加速に伴って動力泉の導入が急拡大したからだ（図表4）。動力泉の比率が全体の80%に達している現状は、地下から天水循環を無視して無理やり温泉をくみ上げていることを意味する（由佐、2012）。

このため別府市は温泉発電導入に明確な指針を設ける必要があると判断し、2016年に「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」を制定。さらには諮問機関「別府市温泉発電等対策審議会」の答申を受けて、温泉発電開発等を回避すべき地域「アボイドエリア」を指定するなどの条例の厳格化に踏み切った。

さらに一部の事業者による温泉発電開発によって①騒音被害や景観損壊②熱排水による河川の生態系や農業への被害—などの問題も表面化した。

当初のマスコミ報道は温泉発電開発に好意的な内容が目立ったが、開発を疑問視する記事も出始めた(図表5)。



図表5 温泉発電開発で浮上した問題点(筆者作成)

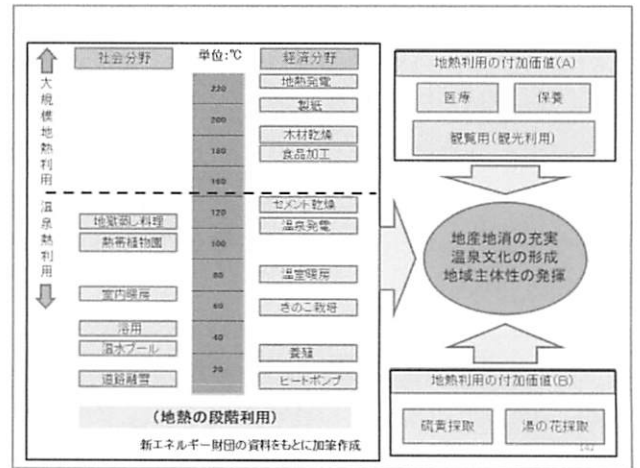
環境に優しく、地域活性化にもつながるはずの温泉発電開発。地域住民の生活環境に被害を及ぼし、まして温泉資源に影響を与えるのであれば本末転倒である。

温泉熱の有効活用を

それでは、どのような温泉エネルギー開発が求められるのか。

まず温泉資源を守るために「温泉熱の有効活用」が重要になる。すなわち事業主体が可能な限り地域に地熱のカスケード利用の広がりをもたらすことが必要だろう。温泉発電はあくまで温泉熱利用の一環であるとの原点に立って温泉熱の二次、三次利用へと展開させることができれば、地場産業の多様化や温泉地の再生・活性化につながっていくと予想される。

図表6が示すように、カスケード利用は一般的に220℃前後の大規模地熱発電から始まり、熱湯の温度が下がる過程で、木材乾燥、食品加工、温泉発電、温室暖房、養殖、そして料理や室内暖房、道路融雪などに活用が可能だ。これとは別に地熱は他の自然エネルギーにない特有の付加価値を持っている。それが医療や保養、観覧であり、硫黄や湯の花の採取でもある。



図表6 地熱のカスケード利用と付加価値(筆者作成)

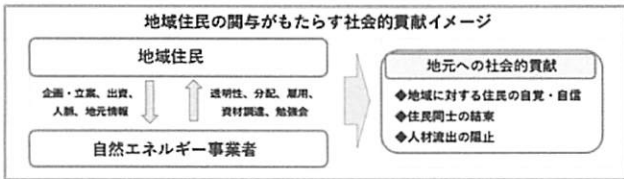
このような総合的かつ段階的な地熱利用が、地域にエネルギー地産地消のシステムをもたらし、ひいては温泉文化の形成へとつながっていくと予想される。

「ウィン・ウインの関係」の構築を

次に重要なのは地元への利益還元を意識した開発である。「ウィン・ウインの関係」の構築だ。自然エネルギー開発事業者が売電によって得る利益は、電力を使用する一般市民が電力会社に支払う「賦課金」がもとになっている。事業者はこの事実をしっかりと受け止め、地域への利益還元に取り組む必要がある。

事業者は地元住民が信頼と安心感を持てるように透明性を維持させた開発を行ったうえで、地域貢献に結び付くような利益の還元を行う。地域住民が出資したり、土地を貸与したりして開発に関わり、利益の分配を受ける。また部品調達、技術供与などで地元企業と連携を強化することも考えられる。そうなれば、地域住民の生活環境に影響を与えるような開発は自ずと回避されていくのではないだろうか。

地域社会をしっかりと巻き込んだ自然エネルギー開発が実現すれば、住民の間には自分たちの地元に対する愛着が増したり、自信が生まれやすくなる。そうなると、人材の地域外流出が阻止できたり、住民同士の結束が強まったりする効果も生じてくる(図表7)。



図表7 自然エネルギー開発と地域の関係 (筆者作成)

温泉エネルギーの観光・防災利用

さらに、温泉エネルギー開発に持続可能性を持たせるために重要なのが多面的な活用だろう。中でも観光利用、防災利用は今後欠かせない活用方法になる。

筆者は2013年、八丁原発電所を訪れた見学者を対象に、宿泊や食事、土産代などの出費に関するアンケート調査を実施し、その結果、見学者らが1年間で地元・九重町に落とす金額は約5億2500万円との試算を出すことができた(図表8)。

12年度 八丁原発電所の見学者

経済効果は5億円

別府大教授が試算

観光資源としても有益

発電所の見学者が町観光にも寄与している。(昨年5月撮影)

見学者による経済効果も高い。地熱発電九州電力八丁原発電所(九重町)を訪れた見学者が想定した観光効果は約5億2500万円(約1000人)と試算された。九重町は地熱発電所(九重町)を訪れた見学者が想定した観光効果は約5億2500万円(約1000人)と試算された。九重町は地熱発電所(九重町)を訪れた見学者が想定した観光効果は約5億2500万円(約1000人)と試算された。

図表8 地熱発電所見学の見学効果を伝える新聞

調査対象は地熱発電所だったが、温泉発電施設でも同様のことが言える。火山活動によって形成された風光明媚な景観、大地の恵み、自然の恩恵である地熱(温泉)を肌で感じることで観光客は癒される。またエネルギー学習としての価値も生み出しているのではないかと。

あまり知られていないが、日本で初めて地熱発電稼働した場所は別府市鉄輪である。1925年(大正14年)のことで、当時の状況を報じた新聞も残されている(図表9)。場所も「天然坊主地



図表9 「別府が地熱発電発祥の地」を伝える報道

獄」の横の林の中であることは特定されている。具体的な位置はわかっていないが、今後は貴重な観光資源に発展する可能性を秘めている。

一方、防災拠点を意識した開発もみられる。兵庫県の日本海側に位置する湯村温泉では、日帰り温泉施設となっている福祉避難所には温泉発電装置が設置された。施設内では非常用コンセントや携帯充電機能を充実させた。大地震などが起きた際、情報入手、家族との連絡が不可欠となる。湯村温泉は停電が起きても温泉発電によって携帯が充電できる体制を整えており、備えがあることで地域全体に安心感を生んでいる。

このところ、南海トラフ大地震の発生が懸念されている。気候変動による被害も悪化しており、別府では温泉熱を活用した防災対策を充実させることが求められる。

参考文献

阿部博光『大分発・環境エネルギー最前線 新段階に入った開発、大分力は発揮できるか』、2019、大分合同新聞社
阿部博光『大分発・自然エネルギー最前線 自給率日本一の実力』、2011、大分合同新聞社
別府市温泉課「温泉百科・温泉データ」、2021、別府市
由佐悠紀「温泉を科学する」、『別府市誌第1巻』、2003、別府市、pp.160-175
由佐悠紀「温泉・湯けむりの自然科学的概要」、2012、『文化的景観別府の湯けむり景観保存計画』、別府市、pp.52-55