

白浜町における休止源泉を活用した温泉マネジメント手法の構築と適用について

さとうりょうすけ しじょうまさゆき まついしょうた さいとうけんたろう だんともゆき
佐藤涼祐¹・四條雅之²・松井翔太³・齋藤健太郎⁴・檀智之⁵

1, 2, 3, 4, 5 八千代エンジニアリング株式会社 事業開発本部
(〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー)

これからの温泉街には、持続可能な開発と観光客獲得の両立が求められる。このような背景の中、和歌山県白浜町では、温泉の集中管理方式が成立しておらず、効率的な温泉供給がなされていないことにより、一部の旅館において温泉の提供ができず、観光客獲得機会の損失が生じていた。

この問題に対して、休止源泉を再湧出させ得られた熱水を旅館に融通するマネジメント手法を考案し、解決を試みた。この手法により、新たな温泉開発に懸念を示す利害関係者の同意を得ることに成功した。また、本手法の適用に当たり地熱バイナリー発電設備を導入することで、白浜町の活性化につなげることも可能となる。

Key Words : 持続可能な開発, 温泉, マネジメント, 合意形成, 地域活性化, 地熱, バイナリー発電

1. はじめに

2015年9月の国連サミットにおいて、持続可能な開発目標（SDGs）が採択された。我が国においても、SDGsの実現に向けた取り組みが進み、2018年6月には拡大版SDGsアクションプラン2018が決定され、「SDGsを原動力とした地方創生、強靱かつ環境に優しい魅力的なまちづくり」が主要な柱として位置付けられている¹⁾。

一方で、観光業は今後世界都市間での競争にさらされる。本論文のテーマである、地熱資源としての温泉も、観光の有力なコンテンツとなる。観光客獲得のための温泉開発推進と持続可能性の両立をいかに実現していくかは、これら温泉街が抱える重要なテーマとなる。

2. 白浜町の有する問題点

(1) 白浜町の概要

白浜町は、和歌山県の南部に位置する人口21,720人の町²⁾である。平成27年度の観光客数が約340万人であり、県内第3位の主要観光地である。また、日本三大古湯に数えられる名所であるが、観光客の減

少に悩む点は例外ではない³⁾。

白浜町における温泉の管理方式は、金（2011）による温泉管理モデルの分類⁴⁾に従えば、各利用施設が自前で源泉の管理を行う「個別管理型」に該当し、温泉の集中管理方式はとられていない。図-1のとおり、白浜町に町内の源泉を一元的に管理する組合は無く、源泉を保有する「温泉供給会社」が、各々の経営判断で、旅館等と契約し温泉を供給している。

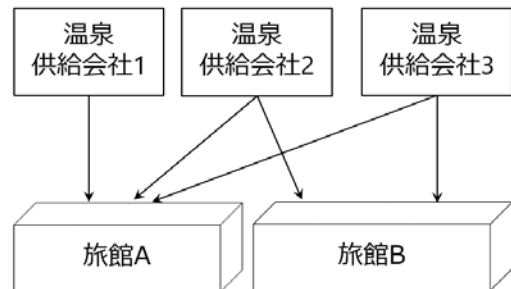


図-1 白浜町の温泉管理モデル。

(2) 白浜温泉の有する問題点

個別管理型が採用されている結果、源泉から旅館への供給ルートは、白浜町全体で最適化されているわけではない。源泉を保有する温泉供給会社と、各旅館が自由に契約を行い、温泉供給会社が独自に保

有する配管を通じて温泉を供給している。

温泉供給会社-旅館間の温泉配管のうち一部では、源泉から配湯先旅館までの配湯距離が非常に長く、供給の過程で熱が奪われてしまい、冬期、源泉かけ流しでの温泉提供に必要な熱量が足りない事象が生じていた。そのため、当該期間温泉の提供を止める旅館が発生し、観光客獲得機会の損失が生じていた。

温泉井戸を新たに掘削することで、温泉の供給量を増加させ、熱量不足を解決する方法も考えられるが、白浜町には、新規温泉掘削・増設に対する県の規制が存在する。昭和16年から県により保護策が実施される昭和52年までに行われた過剰な温泉開発により、白浜町では温泉の自噴量、泉温が低下した歴史がある。この保護策により温泉の涵養が維持され、現在の白浜町における総湧出量は6,000ℓ/minを少し上回る程度で安定している⁵⁾。したがって、追加掘削等による解決は容易ではないという事情が存在した。

2. 研究テーマ

(1) 研究テーマ

上記問題の解決策検討が研究のテーマである。検討に当たっては、新規掘削によらず温泉の回収が可能な、特定の休止源泉を活用するアプローチを取った。また、単なる温泉の供給にとどまらず、地域発展に貢献可能な活用方策とすることも念頭に置いた。

活用を想定した休止源泉の情報は表-1のとおりである。

表-1 活用想定源泉基礎情報。

pH(25℃)	7.8
泉温(堰内)	87.1(℃)
湧出量	564.1(ℓ/min)

(2) 研究における課題

検討にあたっては、上記問題の他、a) 海域へ温泉が直接排出されていることに起因する、温泉排出量増加による海温上昇、b) 休止源泉を改めて湧出させることによる他の源泉への影響という2つの課題へ対処することが必要であった。既往研究には、温泉地の資源管理に関する論考はあるが^{4) 6)}、現に生じる問題の解決手法を提示し、適用について検証した研究は見当たらない。

a) 漁協の懸念 - 海域へ温泉が直接排出されていることに起因する、温泉排出量増加による海温上昇について

白浜町において、温泉は下水として処理されず、直接海域に排出されている。温泉の排水ルートは鉛山湾へと続いているが、本湾では、和歌山南漁業協同組合が権利主体となっており、わかめ、あわび、伊勢えび等の漁業が営まれている。

和歌山南漁業協同組合は、休止源泉を再度湧出さ

せ、海域に排出される湯量が増加することによる漁業への影響を懸念していた。そのため、湯量を現状よりも増加させることに対して否定的な見解を表明していた。

b) 温泉供給会社の懸念 - 休止源泉を改めて湧出させることによる他の源泉への影響

温泉資源は、その泉脈が地下でつながっている場合がある。また、前述のとおり、白浜町では過去自噴量、泉温が低下した歴史があった。したがって、源泉保有者である温泉供給会社は、休止源泉の再湧出により、自己保有源泉の自噴量、泉温が減少することを懸念していた。よって、休止源泉の再湧出により、周囲の源泉の湧出量を減少させないことが求められた。

3. 解決策

(1) 手法の考案

休止源泉を再稼働させ、得られた熱水を、冬期供給熱量が不足する温泉供給会社へ優先的に融通する一方で、融通を受けた温泉供給会社は、融通を受けた分だけ取水量を抑えることで、白浜町全体の温泉総利用量を事業開始前後で変化させない、というマネジメント手法を考案した。

図-2は、本手法適用前の白浜町における各温泉供給会社と旅館における取水量と放水量を模式的に示した図である。取水量は、各温泉供給会社が自己保有の源泉から回収する温泉の量を示す。放水量は当該旅館から海域へ排出される温泉の量を示す。図は、A、B及びC供給会社の取水量の合計は100、また、旅館A及びBの放水量の合計は100であることを示し、白浜町全体での取水量及び放水量が100であることになる。

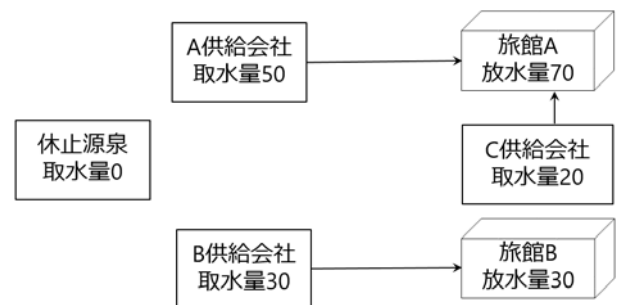


図-2 適用前取水量、放水量モデル図。

図-3は、本手法適用後の白浜町における取水量及び放水量を示す。休止源泉で新たに50取水するが、取水したうちの30をA供給会社-旅館A間のパイプラインに、残りの20をB供給会社-旅館B間のパイプラインに融通する。この場合A及びB供給会社は取水量を、融通を受ける分だけ減少させる。したがって、白浜町全体における取水量及び放水量は100のまま変わらない。

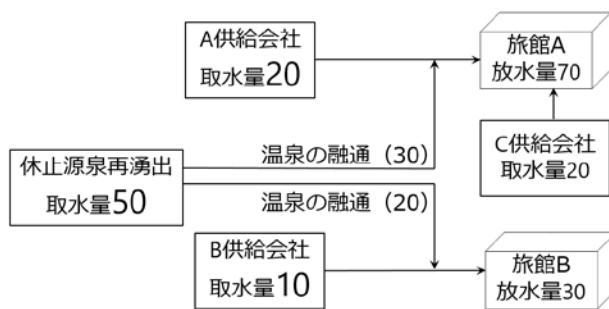


図-3 適用後取水量，放水量モデル図。

図-4は、温泉供給会社から温泉旅館までの間における熱量変化を示す。X軸は源泉から旅館までの距離、Y軸は熱量とした。実線aは本手法適用後の熱量変化を表す。点線bは旅館で温泉を提供するのに必要な熱量の下限を表す。点線cは、本手法適用前の熱量変化を表す。b>cとなっているとおり、旅館側で不足していた熱量が、熱水の融通を受けa>bとなり、熱量の不足を解消していることを示す。

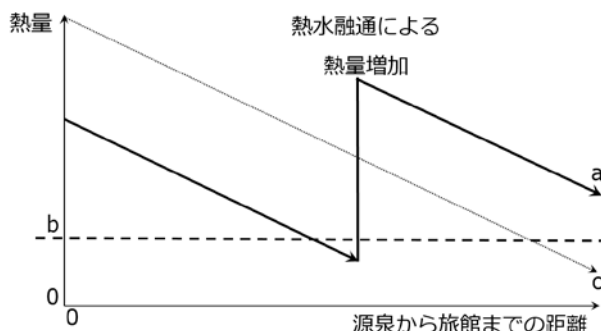


図-4 熱量変化モデル図。

以上を踏まえ整理すると、海域への温泉排水量は事業開始前後で変動しないため、a)の課題をクリアできている。また、白浜町全体での湧出量が事業開始前後で変わらない。これによって温泉の涵養への影響を最小限にとどめ、各源泉への影響を抑えることができ、b)の課題もクリアすることができている。

(2) 本手法の応用範囲と集中管理方式への移行効果

本手法の成立に地理的要因は不要である。そのため、本手法は、温泉の熱量が不足する地域に広く適用可能性がある。

また、本手法は、これまで個別の温泉供給会社及び旅館のみが保有していた源泉情報を、休止源泉運用主体が収集し、各旅館への最適な温泉供給を実現するものである。これは、温泉の集中管理形態に近い。将来的には、休止源泉運用主体が、温泉組合の母体として機能し、地域全体にまで管理領域を広げることによって、集中管理方式への移行を実現することが可能であるといえる。

4. 解決策提示の結果

本手法を、漁業関係者及び温泉供給会社に提案したところ、各団体から異論は生じなかった。したがって、今後は実際に本手法の適用を検討する。まずは、融通先となる具体的な供給会社及び旅館を決定し、その後配管ルート等を検討することが必要である。

なお、本手法を適用する規模について、当初から地域全体を適用対象とするのは、時間及びコストが課題となる。一方、観光客獲得機会損失の問題は早急な対処が必要である。そこで、まずは本手法を冬期供給熱量の不足する温泉供給会社の一部に適用し、徐々に地域全体へ広げ、最終的には温泉の集中管理方式へつなげるというように、段階的に対応すべきと考えられる。

5. 今後の展望

(1) 本手法適用へ向けて

温泉井は、坑井圧力を一定に保つことが望ましい。したがって、本手法の適用に当たって、通年で温泉の融通先を確保する必要が生じる。

一方、温泉供給会社においては、[自社の源泉のみ使用した場合のコスト] > [融通を受けるコスト]の関係が成立する場合に、本手法の適用が進むと考えられるが、初期費用や本手法への移行コストを考えると、[融通を受けるコスト] > [自社の源泉のみを使うコスト]という関係が成立するケースが多いと推察される。この場合、熱水の融通を受けるのは経営上不合理である。

したがって、現状、熱水の融通を受ける温泉供給会社-旅館としては、[利用客増加による収益向上] > [融通を受けるコスト]が成立する冬の一時期しか融通を受ける必要がない。よって、本手法の適用に当たっては、集中管理方式でない場合には、通年で温泉を必要とする旅館以外の熱水融通先の確保が重要な課題となる。そして、この課題の解決は、図-5で示すとおり、本手法適用のためのボトルネック工程となっているうえ、需要先との交渉が必要なため、解決に時間を要すると考えられる。

熱水融通先旅館に必要な、時期・熱量を特定した後、熱水融通分を除いた使用予定源泉の残熱量等を計算し、その熱量を消費できる需要先を開拓するというのが、熱需要先開拓の本来の流れである。ただし、実際には、詳細な熱量が特定される前であっても熱需要の開拓交渉は可能であり、前倒しの検討が重要である。

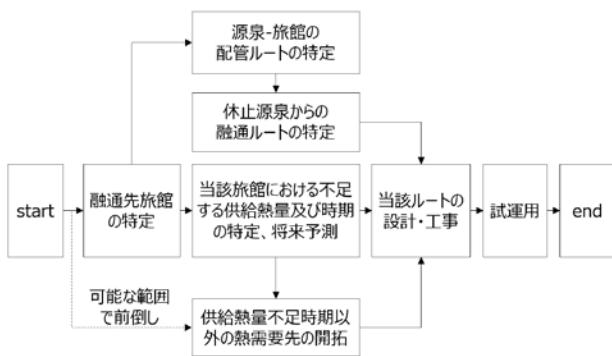


図-5 熱水融通モデル適用までの概略工程.

なお、通年の融通先の想定としては、病院での浴用利用、官公庁での空調設備利用、農業ハウスでの空調設備利用が考えられる。この点に関し、和歌山大学システム工学部産業エコロジー研究室と共同で白浜町の熱需給のバランスを検証している段階である。今後は、これらの調査結果をもとに、実際に熱需要先の開拓を進める使用予定休止源泉保有者を支援し、本手法の適用を実現していきたい。

(2) 地熱発電設備の適用可能性と地域活性化への貢献

使用予定休止源泉の温度及び湧出量であれば、バイナリー発電機により37kW前後の発電が可能であることが分かっている。

バイナリー発電により得られた電気を、熱水融通に要する電気に使用すること等により休止源泉所有者の経営は改善する。

また、地熱バイナリー発電設備の適用事例は全国に例が少なく、実現すればバイナリー発電設備を適用した先進事例として価値を有していることから、視察者の来訪が見込まれる。

例えば、長崎県雲仙市の小浜温泉では、2015年9月にバイナリー発電による売電事業を開始してから2016年4月までに、視察者は延べ約4千人に達している。また、2015年11月よりバイナリー発電を開始している福島県福島市の土湯温泉では、本事業化へ向

けた取り組みを開始後2015年11月までに、再生可能エネルギー事業関連の視察者が約1万人訪れている⁷⁾。白浜町においても、地熱バイナリー発電と本手法を適用した先進事例としての価値を有し、観光客とは異なる来町者増加に寄与できる。白浜町における地熱バイナリー発電の導入による経済波及効果について、和歌山工業高等専門学校環境都市工学科と共に検証した結果、直接効果額、一次波及額、二次波及額の合計で73百万円の経済効果が得られることが分かった⁸⁾。

本手法の適用と地熱バイナリー発電設備の導入は、地元温泉街を支える事業者だけでなく、白浜町及び和歌山県にとっても意義のある事業である。既に和歌山大学とは本手法の適用にあたり協力関係を築いており、今後も大学や官公庁と連携しながら、実現に向けて取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) SDGs推進本部：拡大版SDGsアクションプラン2018~2019年に日本の「SDGsモデル」の発信を目指して、2018。
- 2) 白浜町ホームページ：
<http://www.town.shirahama.wakayama.jp/>（2018年7月22日閲覧）
- 3) 白浜町：白浜温泉街活性化構想推進計画，pp.9，2016。
- 4) 金 承珠：温泉地における地域マネジメントに関する研究-温泉管理主体の実態分析を中心に-，日本国際観光学会論文集，第18号，pp.27-32，2011。
- 5) 原田 哲郎，中屋 志津男：紀伊半島の地質と温泉，URBAN KUBOTA，No.38，pp.42-49，1999。
- 6) 金 承珠，藤井 敏信：温泉地における共有資源としての湯管理システムの研究，東洋大学大学院紀要，第45巻，pp.17-30，2008。
- 7) 秋田 涼子，平島 佳奈，森谷 優季：様々な地熱発電の試み，日経研月報，第454巻，pp.62-72，2016
- 8) 佐藤 涼祐(他)：白浜町における熱水融通システム構築とバイナリー発電の適用について，第45回環境システム研究論文発表会講演集，pp.93-100，2017