

北海道大学環境科学研究科 正員 山 村 悦 夫
 岩手大学工学部 正員 岩 佐 正 章
 北海道庁 正 木 嗣 良

1. 序論

十勝地域には、十勝川温泉、然別温泉、トムラウシ温泉地帯が分布しており、高温の温水、蒸気の利用の可能性が高く、さらに、帯広市においても深層温泉もあり、住宅などの暖房の利用可能性が高い。

ここでは、帯広市を例にして、暖房に深層温泉の利用を基本にして、さらに太陽エネルギー利用の複合化によって、どのような地区が可能があるかを考察するものである。

2. 深層温泉エネルギーと対象地区

帯広市は、東大雪の火山地熱地帯から遠距離にあるため、高温の地熱エネルギーの開発・利用は、地理的並びに地質的にみて利用可能性はない。しかし、帯広市は十勝構造盆地の中央に位置しており、約800m以下の新第三系新統池田層に賦存する大量の温泉水の採取には恵まれた立地条件を有している。この深層温泉の泉温は、深度 1,000～1,200m で約45～48℃を示し、自噴量が非常に豊富なものである。

帯広市内における深層温泉の開発は、昭和52年度以降、民間によって急速に進められ、揚湯した温泉水の一部はすでに浴用に利用されている。

現在までにボーリングを完了し、浴用に利用しているのは4井で、深井戸の数は少ないが、これまで 1,000～1,200mの深層温泉水を目的としたボーリングは、全て揚湯に成功している。

深層温泉ボーリングの代表として帯広市内東10条南5丁目の温泉水は、昭和53年のボーリング完了時から、現在にいたるまで、自噴量にはほとんど変化がなく、温泉(48℃)の低下も認められない。同温泉の自噴量は 500ℓ/分であり、1日当り約 720ton、年間で約262,800tonと推定される豊富な温泉である。

温泉水の泉質は、十勝川、幕別温泉とほぼ同じであり、淡黄褐色を呈する単純温泉(腐植酸類を含む、モール温泉)であり、アルカリ性で緩酸性低張高温泉に分類される。温泉水は、腐植酸類によって着色されるが、全蒸発残留物が 0.34～0.36 g/ℓで道内の温泉の中で極めて少ない部類に属する。したがって、この温泉水を加熱した場合、ヒートポンプ、ボイラー内部等の缶石の付着量は少ない。帯広市内の4井から揚湯されている深層温泉の熱量を概算した結果は、約 $7 \times 10^6 \text{Kcal/分}$ である。もし、帯広市内で同程度の深層温泉が10井ボーリングされた場合、総自噴量は約 5,380ℓ/分で総熱量は約 $1.7 \times 10^8 \text{Kcal/分}$ になる。したがって、10井の温泉水から放出される1年間の総熱量は約 $9 \times 10^{10} \text{Kcal/年}$ となる。

上記の10井温泉水の総熱量の推定値は、発熱量 $5,000 \text{Kcal/kg}$ の石炭換算で、1年間20万tonの石炭の発熱量に相当する。発熱量 $9,300 \text{Kcal/ℓ}$ のA重油換算では、1年間で約107,500Kℓの重油の発熱量に相当する。それでも、10井温泉から放出される総熱量は、十勝川、糠平両温泉の平均熱エネルギーの約1/32程度である。

さらに、帯広市内の深層温泉ボーリングを長期的に30井の温泉水の熱エネルギー合計は、約 $3 \times 10^{11} \text{Kcal/年}$ となる。これは、上記の発熱量の石炭換算で、1年間で約60万tonの石炭発熱量、A重油換算で年間約32万Kℓの発熱量に相当する。帯広市の灯油の総消費熱量に相当するためには約117井分の熱採取量があればよい。

このように、熱が有効に効率よく利用されれば、ボーリングの経費は問題ではなく、最も安価なエネルギー資源となり、深層温泉の開発と利用システムの確立が急務である。

対象地区の設定については、太陽エネルギーと地熱温水利用に断熱材を用いる複合利用システムを、小規

模な新設団地、既建造物群の地区、大規模新設住宅団の3ケースについて考えた。具体的には次のとおりである。

ケース1

対象地区内建造物としては、道営集合住宅3棟、市営集合住宅9棟の新住宅地区である。

ケース2

対象地区内建造物としては、駅前の4階建以上の農協ビル、デパートビル、大病院の既設の建造物である。

ケース3

対象地区内建造物としては、小学校2校、中学校1校、保育所2、幼稚園1、地区センター1、公営集合住宅35棟である。

3. 分析結果

分析の手順としては、ソーラー利用年間エネルギー費節約額（給湯用）、地熱利用年間エネルギー費節約額（暖房用）、地熱利用年間エネルギー節約額（給湯用）及び断熱材利用による年間エネルギー費節約額を用いて経済的評価を行なう。この場合に、次の条件を満たすものとする。1つは、地熱と太陽熱によって得られる熱量の和が、断熱材厚さ別により変化する熱量を上廻る事、2つは、想定年数以内に断熱材、地熱、太陽熱導入の際の初期投資費用と補修維持費用の合計費用が、期待節約額より下廻る事である。

地熱と太陽熱との経済的評価を給湯について行なうと、地熱井1本だけの熱需要量があったとすると、償還年数は5年となる。一戸当り70㎡とすれば、初期投資金額は2千円/㎡となり、太陽熱の場合は、集熱器面積 5.0㎡/戸とすると償還年数は7年となり、初期投資金額は、4千円/㎡となる。このように、熱需要者が密集している場合には地熱が有利であるが、散在する場合には、太陽熱利用が有利であり、地熱井を増設する場合には、1本相当の熱需要がある場合には地熱が有利であるが、わずかの増加しかない場合には、太陽熱利用の複合利用の方が有利である。

ケース別の比較では、ケース1をみると、償還年数では、断熱材50mm、100mm使用の場合と同じ9年であるが、初期投資額をみると、断熱材100mm使用の場合の方がわずかに安い。

ケース2では、既存建造物よりなっており、暖房設備器のファンコイルでは必要温度が低すぎ、また配管設備の新設、断熱材利用の不備により地熱井を導入する事は不利である。

ケース3では、償還年数で比較すると、断熱材50mm使用、地熱利用、太陽熱利用の複合利用が有利である。初期投資金額の比較では、断熱材100mm使用、地熱利用の複合利用が有利となる。

以上のケース別の結果次のことが明らかになった。

- (1) 既存建造物よりなる地区については、再配管、暖房設備器、断熱材の不備より地熱、太陽熱利用は不利であり、これらの利用を考える場合には、新設の住宅地区で十分な利用計画に基づいて行なわなければ、その有利性は得られない。
- (2) 一般に、地熱利用は太陽熱利用より有利であるが、建造物が散在する場合や、地熱井熱量を十分に利用できない場合には、地熱利用と太陽熱利用の複合利用が有利である。
- (3) 大規模な地区の地熱利用の場合には、建造物の利用形態によってグループ分を行なって、小規模なグループに分けて、地熱井からの利用範囲が拡大しないようにして利用することが必要である。
- (4) 断熱材の利用については、断熱材厚さは、25mm、50mm、100mmへの厚さの移行によって熱量減少量の効果は上がるか、それ以上になると断熱材厚さ増分の効果は上がらないので、居住スペースからの問題からも、100mm以上の断熱材の利用は不利である。

参考文献

- 1) Yamamura E, and Kagaya, S: Regional Energy Planning Arising from Soft Energy Path: Energy Development in Japan, Vol. 6, 171~186, Rumford Publishing Company, INC, 1983.