

総 説

温泉の集中管理

(財)中央温泉研究所 益 子 安

1. まえがき

環境庁監修の温泉必携¹⁾では、温泉の集中管理を「一つの温泉地において採取される温泉水を、単一の管理体が管理し、合理的な配湯システムを設定することによって温泉の最も効率的な消費を行うこと」と定義している。

温泉の集中管理については、これまでいくつかの解説²⁾や実例の紹介³⁾が行われており、現在およそ50ヶ所を超える温泉地でこのシステムによる温泉の給配湯が実施されていると推定される。集中管理と温泉資源保護の関係及び集中管理の分類と適応性に関しては、最近環境庁の委託によって中央温泉研究所がとりまとめた報告書^{4,5)}がある。同報告書⁵⁾では、集中管理を実施している33ヶ所の温泉地に対するアンケート調査の結果として、集中管理に到る動機としては「泉源の保護と枯渇現象の防止」「温泉資源の採取量が温泉地の拡大に伴ってバランスせず、温泉の利用効率の向上と合理的な配湯をする必要から」を、また集中管理のメリットとして「資源の保護涵養と枯渇現象の防止」「温泉の管理の円滑化、到着温度の均一化、利用効率の向上を含む安定供給」をあげている温泉地が多いことを報告している。

そこでここでは、まず集中管理の方式や分類について簡単な紹介を行ったのち、集中管理が何故資源の保護や枯渇現象の防止、温泉管理の円滑化、特に利用効率の向上につながるかという問題をとりあげ解説を試みた。

2. 温泉の集中管理の方式

集中管理方式を大別すると次の2つとなる。

- ① 熱量価値を優先させる方式
- ② 成分価値を優先させる方式

前者は、既存の温泉地のように、利用施設が旅館・寮・保養所・一般住宅が主体であり、温泉の利用目的が保健衛生面又は日常生活用水として使用する場合にとる方式である。

後者は、医師が常駐し、泉質の微妙な差によって生ずる温泉の特異的な医治療効果を求める施設即ち、温泉病院又は温泉診療所が主体となって温泉を利用する場合に採る方式である。

しかしこの二つの方式は別々なものではなく、表裏一体のものである。したがって①、②のどちらの方式を採るにしても必ず他の方式を考え合わさなければ合理的なものではない。

- ① 熱量価値を優先させる方式

この方式は温泉地全体の熱管理によって組立てる方式である。即ち、温泉を浴用に利用する場合、温泉のもつ有効熱量は次式で表わされる。

$$\text{有効熱量 (Kcal/h)} = (\text{泉温} - 43) \times \text{湧出量 (l/h)} \cdots \cdots (1)$$

一方温泉地全体の放熱量は

放熱量(Kcal/h) = 浴槽運転必要熱量(Kcal/h) + 上り湯必要熱量(Kcal/h) + 集中管理設備全放熱量(Kcal/h)……………(2)

となる。従って

有効熱量 = 放熱量……………(3)

の式が成り立つように集中管理設備を計画(場合によっては加熱が必要になる)すれば、その温泉地の浴槽は、充分運転が出来るわけである。

このように熱量の収支を基盤に源泉の集中管理と温泉配分の集中管理とを組立てるのが本方式である。

従って、(3)式が成り立つようにするためには、場合によっては、使用する源泉の数は単数でなく複数になることもあり、ここに温泉の混合ということがおきる。このことが泉質にからむわけであるが、通常集中管理設備の点からみると、異質の泉質を混合することは不利であるから、同一の泉質を混合することが多い。それ故混合泉の泉質は、各々の源泉の泉質と殆んど変わらないものである。唯、厳密にいえば、微妙な変化を生ずることは、まぬかれない。

② 成分価値を優先する方式

この方式の基本的な考え方は、温泉の成分価値を主とし、熱量価値を副とすることであるから、前述の方式の如き源泉の混合は特定の場合を除いては行わない。

そのため、1源泉 — 1給湯地域ということが建前となって来る。従って1源泉の湧出量と温度によって自づと給湯可能地域の広さも限定されるので、一温泉地の広さと利用施設の分布状況によっては、幾つかの配湯所を設けなければならない。

又その配湯所の内には、利用源泉の選択によっては加熱設備を設けなければならないものも生じて来る。

それ故集中管理設備のシステムは①の方式に比べると複雑となる。しかし反面温泉地内は泉質の変化に富んだものとなる。この方式は、現在の温泉地の利用施設状態では余り集中管理の効果が生れにくい。将来温泉地の再開発が進み、温泉病院など多くの医療機関が建設され、温泉利用形態が変化したときは重要な方法となるといえよう。

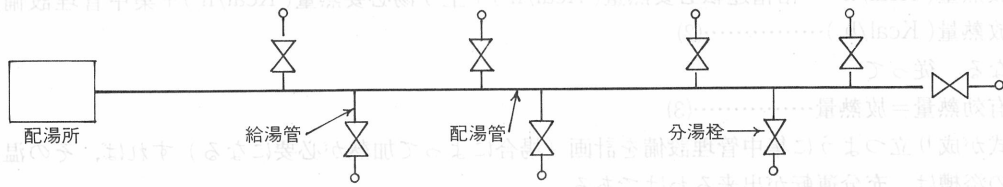
3. 集中管理方式の分類

(1) 常時定流量分湯方式と随時計量制分湯方式

温泉施設の種別は前述したように、旅館・ホテル、寮・保養所、医療施設、福祉施設、公衆浴場、一般住宅(別荘を含む)などである。この中、旅館・ホテルなどのように、浴槽が常時運転している施設は通常は常時分湯がとられた。これに対して寮・保養所、一般住宅(別荘)などは必ずしも浴槽が常時運転とは限らない。すなわち、随時分湯方式が一般的である。しかし、旅館・ホテルといえども、時間帯によって利用客が全くないとき温泉を浴槽に流しばなしにしておくことは、大変むだであるので、現在では随時計量制分湯をとるようになってきている。すなわち、温泉水の有効利用という意味では必要とする施設へ、必要な時間、必要な量だけ給湯し得る随時分湯制がすぐれているといえよう。

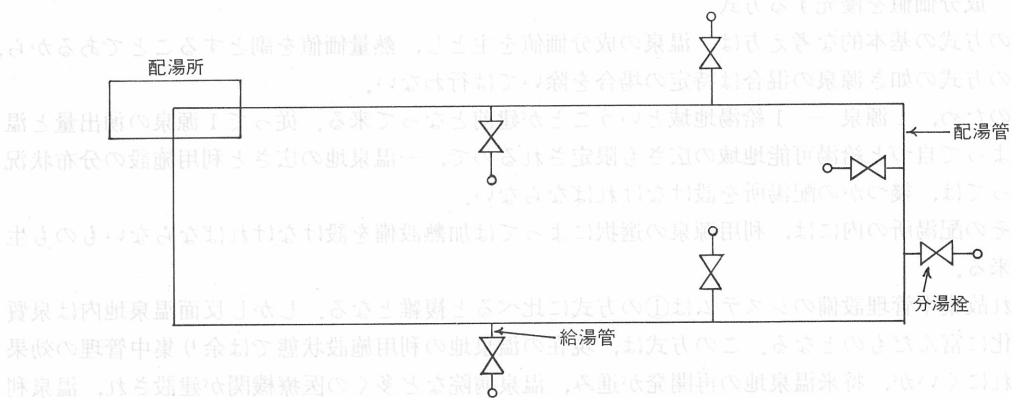
(2) 魚骨方式、循環方式、タコ足方式

温泉を利用する施設が旅館のみで、しかも配湯地域の末端部に必要湯量の大きな旅館があれば配湯管路線は次図に示すような直行方式を取ることもできる。この方式を取れるのは施設の分湯方式が常時分湯であるからである。



この方式を取る場合、輸送中の放熱による泉温の低下を少くするため、配湯管の口径は流量に従って段々と小さくなり、その上途中に給湯管が出ているので、その姿が魚の骨の如き様相となるため、一名魚骨方式とも名付けられている。この方式の配湯所よりの出発流量は全旅館の必要湯量である。

温泉を利用する施設が旅館の他に保養寮、一般住宅がある場合には、通常次図に示すように配湯管路線は循環方式を取る。



この方式を取るときは、随時分湯であるため、ある時間内（一般に peak load 時）に温泉を使用することになる。魚骨方式の場合は、随時分湯であると、給湯先で温泉が使用されていない時には、必要湯量以上の給湯が行われることになり、給湯先で一度に使用されるときは湯量不足を来す恐れがあり、また流末部の到着温度は低下する恐れも生ずる。これは魚骨方式では配湯所より出発する湯量で全利用施設の必要量をまかなうために生ずるのである。これを是正するために循環方式が考えられたわけで、この方式をとれば、一般住宅がある時間使用したとしても、その使用時に他の施設に迷惑がかからないような出発湯量を送っておけばよい。しかも余分量はすべて配湯所に戻ってしまう。従って、受湯者の到着温度も殆んど一樣になる利点がある。その上、随時分湯者が使用しない時にはすべて配湯所に戻ってくるため、温泉の無駄な放流はなくなる。しかし、管口径は魚骨方式より太くなる難点はある。大体、随時分湯方式を取るような施設がある場合には、配湯管路線は循環方式を取らなければ、正しい給湯は出来ない。

なお上記2方式以外に、いわゆる「タコ足」式と呼ばれる分湯方式がある。これは源泉あるいは貯湯槽から個々の利用施設まで、それぞれ別々に配湯路線を設ける方式で、タコの足に似ているところから名付けられた。熱量の損失の最も大きい原始的な方式で、現在はあまり用いられなくなった。

4. 温泉の枯渇現象の防止と集中管理

温泉地における泉源開発の進行に伴って温泉の湧出状況は、自然湧出→掘さく→掘さく深度及びさく井数の増大→動力揚湯といった過程を経て進行してゆくものであり、その間に自噴泉の数が一時的に増加するが、温泉採取量の増大につれて、水位の低下を起し、自噴泉が動力揚湯泉となるケースが多く、自噴泉が動力揚湯泉に準次変ってゆく過程をたどるのが普通である。

この現象をもう少し詳しく追跡してみると、一つの温泉地において温泉の湧出あるいは揚湯を長時間停止したとき、湧出管内の水位が停止した状態を考え、これを完全静止水頭面と呼んでおく。この状態から、数個の源泉を湧出させたすると、湧出口の周辺部では水頭の低下が局部的に起こる。この際湧出量が大いほど水頭の低下が大きくなる。温泉の開発が進行して温泉の湧出量(採取量)が増加し、湧出口の周辺で水頭が低下した場合、この水頭低下の範囲内に既設の湧出口があればその湧出量は当然減少する。これはいわゆる「影響」と呼ばれている現象である。開発に伴って影響が重なりあってその温泉地全体の水頭面の低下、すなわち温泉水圧の差が顕著になったものが「枯渇」と呼ばれる現象である。したがって「枯渇現象」は程度の差があっても温泉の開発につれて必然的に発生する現象であるといえる。

このようにみえてみると「枯渇」というのは温泉の採取量の増加によって引き起こされた温泉水頭面の低下である。

一方地下における温泉の賦存状態は、「裂か状」と「層状」及び両者の混合型の3つに大きく分類されるけれども、その賦存状態の如何にかかわらず、温泉水は温度、化学成分の異った別の水系、たとえば地下水や海水と接触していると考えられる。したがって、温泉の採取量が増大すればその水頭の低下によってこれと接する周辺部から地下水や海水が浸入し、換言すれば地下でいままで温泉であったところが地下水や海水で置き変わるといった現象が起きる。すなわち、枯渇現象に伴って泉温や成分の変化が起きるわけで、これについては、昭和50年度「温泉の枯渇現象と適正採取量に関する研究」に具体的な例が紹介してある。

集中管理のメリットとしては、前章で述べたように、資源の保養涵養、枯渇現象の防止、湯量不足の救済と温泉水の安定供給が主なものである。

地下から採取できる温泉資源には限界があって、この限界を越えて温泉の採取が行われるときは枯渇現象が顕著になってゆく。枯渇対策のためには採取量をいわゆる適正な範囲に維持する必要がある、そのために汲み上げ量を抑制すれば利用施設における温泉の不足という事態が起こる。そこで実際問題としては減量してしかも需要を満たすことが必要となってくる。このことが集中管理と呼ばれるシステムを用いることで達成されるわけであるが、それは従来の温泉の利用の仕方、配湯のし方に大きな欠陥があったからにはほかならない。この欠陥とは1つは温泉地がいわゆる湯治場から観光地へ脱皮したことに伴う需要量の増加と、資源の細分化による利用効率の低下であり、他は温泉の実需要が利用客によってピークをもっているにかかわらず、供給システムの方はこれに対応できないような仕組みになっていたこと—温泉需給の硬直性—による。以下これらの問題について考察を試みる。

5. 温泉需給の硬直性を緩和する手段としての集中管理の意義

(1) 温泉地の発展に伴う資源の細分化と利用効率の低下

古い時代の温泉地は、湯元に共同で使用される浴場があり、その浴場を利用するために必要な「はたご」があった。この「はたご」は必ずしも温泉浴槽をもつとは限らなかった。このような

温泉地形態は、いまでも湯治場に残っており、この共同の浴場は「外湯」「元湯」「総湯」などいろいろな名称でよばれていた。

しかし、このような温泉地にも、内湯と称して、旅館内に温泉浴場をもつものもあり、これらは「内湯旅館」として、他の旅館とことなる地位を占めた。

泉「外湯」は、湯治時代には、浴客の来湯の目的の大部分をしめ、「湯治をするところ」であるとともに、浴客の社交場でもあり、それぞれの温泉地のシンボルであった。

湯治の衰退とともに、観光旅行、あるいは短期間滞在者が増加するにつれて、内湯旅館の方が浴客に歓迎された。

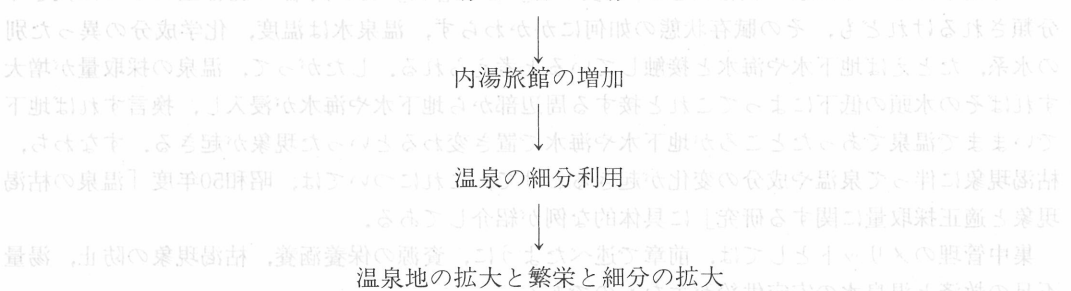
この程度が、多くの温泉地で、いろいろの形式の温泉問題となったことは周知の通りであり、これの拡大が、現在の温泉地のラン掘問題でもある。

現在では温泉旅館とは「内湯のある旅館」のことをいうようになったが、湯治時代には「温泉地にある旅館」が温泉旅館であった。

内湯旅館の発達と拡大は、近代温泉地の繁栄の一大原因であった。

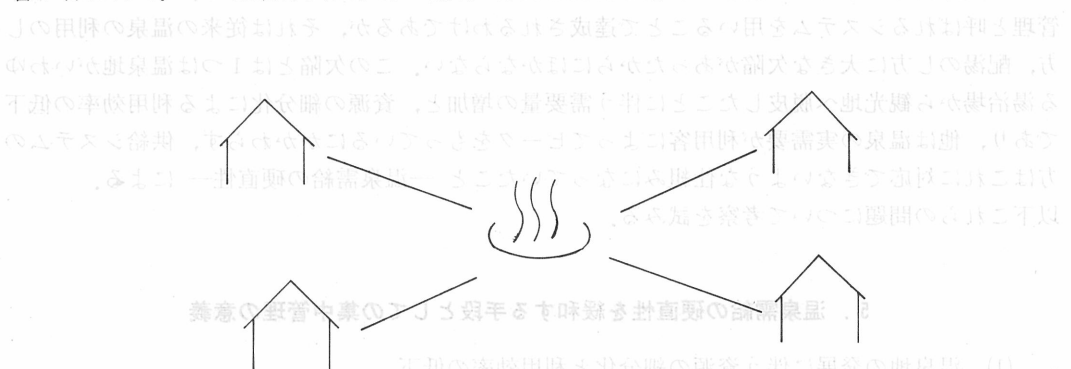
内湯旅館に分湯された湯泉は、更に、男子大浴場、女子大浴場、家族風呂、個室バスに分割されて使用される。

木したがって、大きな湧出量を誇る大温泉地の温泉量も、個々の浴槽に到達したときは、きわめて少量の湯量と化してしまうことが多い。



温泉の細分利用は、温泉工学的には、別の問題を伴う。すなわち、熱損失の増加と、利用率の低下である。

温泉の利用が細分されることに伴い、各利用施設への温泉の輸送が必要となり、これに伴う配管が行われた。この配管形式は多くの場合当初は「たこ足」とよばれる形式をとった。



たこ足配管

このように、ある湯量を少量に分別して輸送するときの熱損失を例を挙げて説明する。

1) 温度 50℃ } $\phi 50$ 100M → 到着温度49.97℃
 温泉量 100ℓ } 保温条件
 保温材熱伝導率 0.035 Kcal/mh °C
 保温材厚み 30%, 外気温 0 °C

2) 温度 50℃ } $\phi 16$ 100M → 到着温度48.60℃
 温泉量 100ℓ }
 を10等分して10本のパイプで輸送 } 保温条件上と同じ

となる。又、有効熱量の損失は1)の場合180 Kcal/h、2)の場合8,400 Kcal/hとなり損失熱量比は1:60となる。

上例の示すように、細分された温泉の輸送は有効温度の大きな損失を生ずる。

(2) 温泉需給の硬直性

— 一定流量分湯と利用効率 —

温泉地において、上述のように、歴史的な利用形態の変せんのために分湯、又はボーリング井の増加を来たしたが、このいずれの形態をとったにもせよ、各利用施設に到着する温泉は一定流量であった。

しかし、温泉が各利用施設で利用されるときは、ある時間帯、ある週日(土・日)又はある季節に需要が集中する(ピーク)。

したがって、各利用施設の持主は、最も利用者の多い季節の、最も客の集中する曜日、一番客の利用する時間に温泉の不足を来さないだけの温泉量の確保を望んだ。

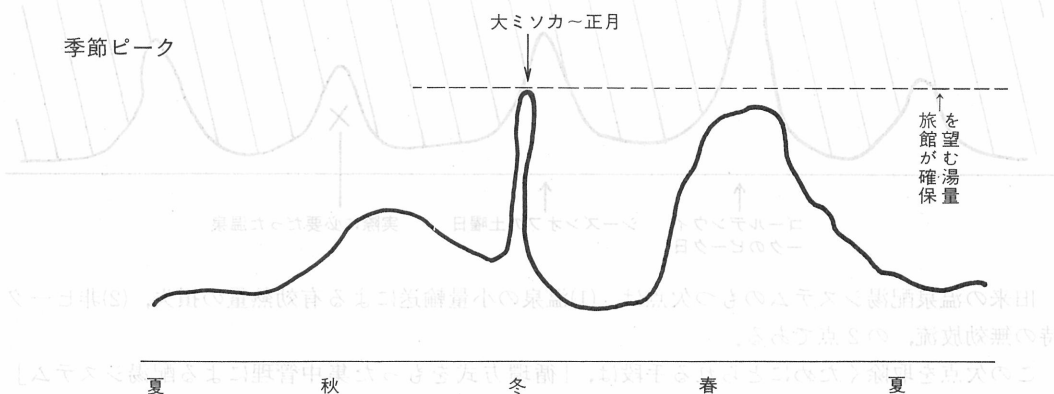
このような実態では、殆んどの温泉量は、非利用時には、いたずらに放流することになり(これを温泉気分などと称する向きもある)、利用率はきわめて小さいものになる。

このような利用効率の低下は、定量分湯であるということと、各旅館(利用施設)の相互間で温泉の「ゆう通」が全々行われないということから生ずる(A旅館は団体のキャンセルでガラガラ、B旅館はダブルで全く温泉不足)。

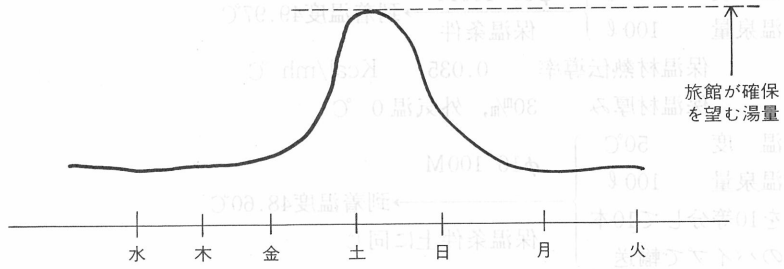
(3) 集中管理の意義

— 必要なときに必要な場所へ必要な量だけ供給するシステムとしての意義 —

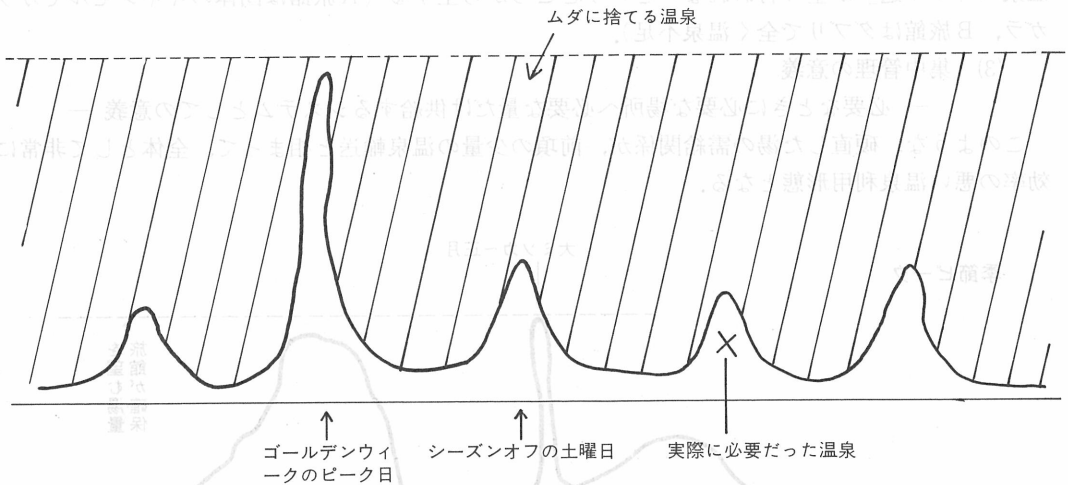
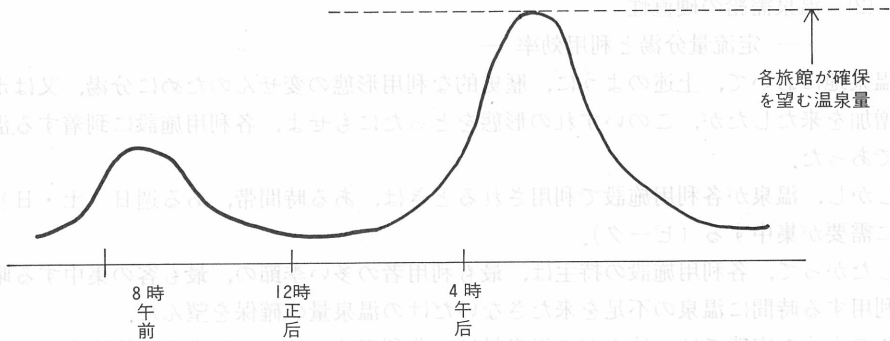
このような、硬直した湯の需給関係が、前項の少量の温泉輸送と相まって、全体として非常に効率の悪い温泉利用形態となる。



曜日によるピーク

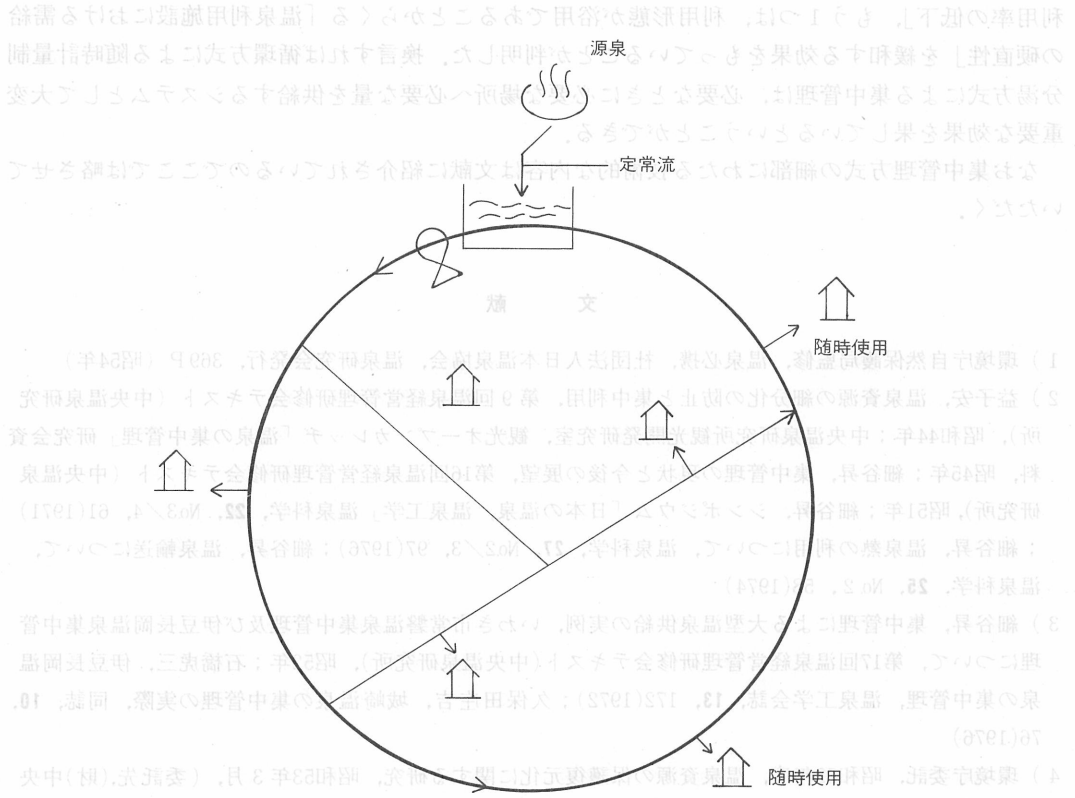


時間ピーク



旧来の温泉配湯システムのもつ欠点は、(1)温泉の小量輸送による有効熱量の損失、(2)非ピーク時の無効放流、の2点である。

この欠点を取除くためにとられる手段は、「循環方式をもった集中管理による配湯システム」である。このシステムの模式図を次に示す。



集中管理配湯システムの一例(循環式)

この集中管理システムを旅館を主体とした温泉地に実施したときの実績では、旧来の分湯型式に対して、消費温泉量ははるかに少なくてすむことになる。

この配湯システムが満足しなければならない条件は、

- (1) 温泉輸送における熱損失の減少(少量輸送に対比して)
- (2) 各利用施設への到着温度の均一化
- (3) 各利用施設は、必要なとき、必要なだけの温泉が随時使用出来ること。
- (4) 各利用施設の使用しなかった温泉は全部回収可能であること。

である。従って、集中管理システムとは、単に多くの源泉を1本化したり、集中的に沢山の温泉を汲み上げるなどといったことを意味するものではない。

6. ま と め

温泉地の発展に伴って温泉の採取量が増大すれば枯渇現象が進行してゆく。これを抑えるためには温泉の採取量を適正な範囲内に維持することが必要となる。これを行えば一方では湯量不足という事態が懸念される。温泉地で減量してしかも需要をみたす手段として集中管理が大変有効な手段となっているが、何故このような効果をもっているかを考察したところ、その1つは湯治場から近代温泉地へ、外湯から内湯へ発展した過程に内在する「資源の細分化による熱損出と

