

(3) 温 泉 工 学

財団法人 中央温泉研究所 細 谷 昇

1. ま え が き

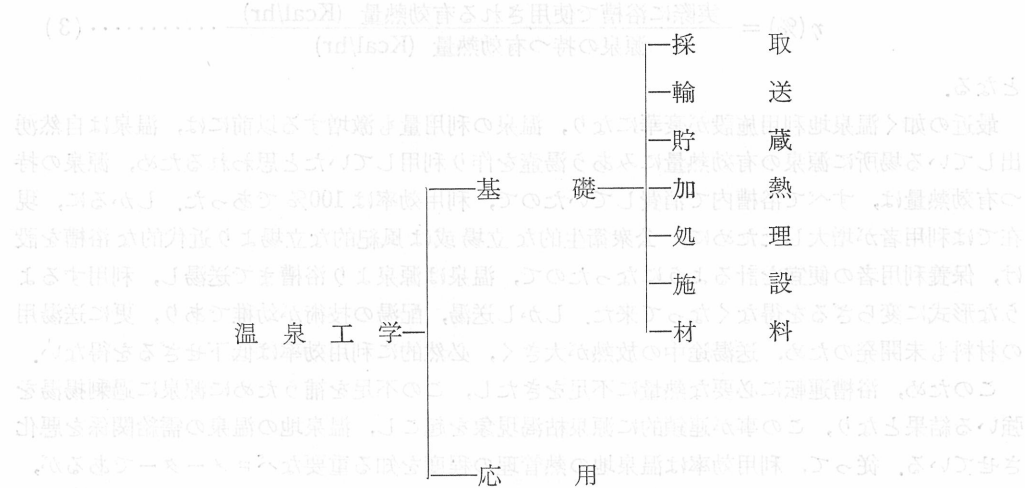
日本の現在の温泉利用の分野を列举してみると、① 湯治、② 生活的な入浴、③ 暖房、④ 園芸、⑤ 醸造、製塩、⑥ 発電、⑦ 飲料水、⑧ 温泉医薬品と化粧品、等がある。

この内 ② が利用の主である。即ち浴用であり、その目的とするところは温泉の特異的な医治効果よりも、むしろ疲労回復、抵抗力の増進等の非特異的な効用に重点がおかれている。そのため利用施設は、旅館、保養所、観光施設、一般住宅という種類のものが多く、病院などは極端に少ない。

ところが、温泉工学とは自然科学的な方法と知識によって温泉利用方法をより効果的なものとし、更に新しい利用分野を見出すための技術と知識の応用に関する工学といわれているので、温泉の利用形態に深い関係がある。従って現在の日本の温泉工学の特質もさきに述べた如き温泉の利用形態を非常に反映しているといえよう。

又、既述した利用分野をみると、①～⑥ までは温泉が水溶液としての価値と同時に熱水又は温水としての価値があることを示している。それ故、温泉工学と熱および化学とは関係深く、温泉工学は熱工学および化学工学とを基盤にしているといっても過言ではない。

温泉工学は他の工学と比べ体系づけられたものとなっていないが、これを学問的な形態に分類すれば、次の如きものと考えてもよいであろう。



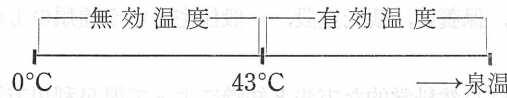
そこで、本講は温泉を熱工学の立場より眺めた場合の最も基礎的な事項をのべ、その応用例として最近とみに叫ばれている集中管理について言反する。

2. 温泉の有効温度及利用効率

温泉の利用は、前項でのべた如く多方面にわたっているがこの内 ①, ② が最も利用度が高く、その形態は入浴が主である。そこで温泉を浴用に使用した時の温泉の温度の値とこれに付随してくる有効熱量及利用効率についてのべる。浴槽をその運転温度によって区分すると、高温浴、中温浴、低温浴の三つに別けられ、高温浴は 43°C 以上、中温浴は 43~41°C、低温浴は 41°C 以下と言われている。この中一般に親しまれ使用されているのは、中温浴である。従って、中温浴の温度を基に、泉温を見ると 43°C を境に有効、無効の二つの領域に別けられ、泉温と 43°C との温度差が浴槽を運転するに有効な温度となる。これを式に表わせば

$$\text{有効温度 (°C)} = \text{泉温 (°C)} - 43^\circ\text{C} \dots \dots \dots (1)$$

となり、図に表わせば次図の如きものとなる。



又温泉には湧出量がある。この湧出量と有効温度の積が有効熱量であり、その関係式は

$$q \text{ Kcal/hr} = \text{有効温度 (°C)} \times \text{湧出量 (l/min)} \times 60 \dots \dots \dots (2)$$

である。この有効熱量が浴槽の運転を支えるものであり、いわば都市住宅の風呂に必要なガス、薪、石炭と同じ働きをするものである。

次に温泉の利用効率についてのべる。温泉の利用効率とは源泉の持つ有効熱量 ($q \text{ Kcal/hr}$) がどの程度実際に浴槽で使用されているかの度合を百分率で表したものである。これを式で表わせば

$$\eta (\%) = \frac{\text{実際に浴槽で使用される有効熱量 (Kcal/hr)}}{\text{源泉の持つ有効熱量 (Kcal/hr)}} \dots \dots \dots (3)$$

となる。

最近の如く温泉地利用施設が豪華になり、温泉の利用量も激増する以前には、温泉は自然湧出している場所に源泉の有効熱量にみあう湯壺を作り利用していたと思われるため、源泉の持つ有効熱量は、すべて浴槽内で消費していたので、利用効率は 100% であった。しかるに、現在では利用者が増大したために、公衆衛生的な立場或は風紀的な立場より近代的な浴槽を設け、保養利用者の便宜を計るようになったので、温泉は源泉より浴槽まで送湯し、利用するような形式に変らざるを得なくなって来た。しかし送湯、配湯の技術が幼稚であり、更に送湯用の材料も未開発のため、送湯途中の放熱が大きく、必然的に利用効率は低下せざるを得ない。

このため、浴槽運転に必要な熱量に不足をきたし、この不足を補うために源泉に過剰湯湯を強いる結果となり、この事が連鎖的に源泉枯渇現象を起し、温泉地の温泉の需給関係を悪化させている。従って、利用効率は温泉地の熱管理の程度を知る重要なバロメーターであるが、同時にこの値を或る種の工学的手段により大にすることが出来れば、一温泉地の温泉の需給関係は速やかに改善されるのである。この或る種の工学的手段というのが集中管理と言われているものである。

3. 集中管理

温泉の集中管理ということが叫ばれた主因は、一言でいえば温泉地の社会変ぼうにより温泉の需給関係のバランスがくずれ、これに伴って生じた温泉の枯渇現象をどのようにして防止するかということであった。しかもこの枯渇現象は、その温泉地の社会的使命と住民の生活に対して、死活問題として投影され、これを改善することは緊急且つ重要であった。従って集中管理の方式もこのような社会状況を充分認識し、温泉地の利用状況を調査し、技術的にみて一番合理的である方式を定めて来たのであるが、集中管理をしなければならない温泉地の需給関係、社会問題等が似通っていたため、集中管理方式も必然的に似通ってしまったのである。そのためややもすると、集中管理方式は一方式に限定されてしまうような錯覚を一般に持たれる恐れがあり、これが誤解を生まないとも限らないので、本講では、工学的見地より集中管理方式を決める原則論をのべ、集中管理計画の実例をのべる。

3-1) 集中管理方式の定め方

技術的にみた場合、温泉の集中管理の方法は

- ① 源泉の集中管理
- ② 温泉配分の集中管理

の2つの方法がある。①と②は共に深い関連があるため、この2つの方法を上手に併用してこそ、はじめて良い方式が出来、しかも集中管理の成果もあがるのである。

例えば、よく温泉地でよく言葉に源泉統合というのがあるがこれは源泉の集中管理の1つである。この方法は技術的な手段としては、簡単である。そこに至る過程には幾多の社会問題が含まれ、その上、長期間の歳月と偉大な努力がなされた筈であるが、その温泉地の温泉の需給関係は改善されず、その成果が生れなかった例は少なくない。それは前述した②との関連を充分にとらなかつたため、その方式に欠点が出来たのである。

それではこの2つの方法を併用する際に、どのようなことを配慮しなければならないかといふと、

- (a) 温泉を何に利用するのか。
- (b) 温泉を利用する施設は何であるか。

の2つの条件である。従って2つの条件により、その温泉地の源泉および温泉配分の集中管理を関連させればよい方式が生れるのである。

それでは、既存の温泉地の温泉利用分野はどうであるかという、前述した如く浴用に利用するのが、殆どであり、温泉は浴用のみに使用されているといっても過言ではない。

一方、利用施設はどうであろうか。既存温泉地に行ってみればわかるとおり、①旅館、②法人保養寮、③共同浴場及び観光施設、④一般住宅、⑤温泉病院、⑥工場等である。このうち旅館、保養寮の数はその温泉地の利用施設の大半をしめ、温泉病院などは極端に少ない。

このような事情であるから、前記の2条件は

- (a) 浴用
- (b) 旅館、保養寮

に制約され、この2条件を満足するような源泉および温泉配分の集中管理を併用した方式を採ればよいことになる。

従って技術的な立場からみても、既存温泉地の集中管理方式は類似せざるを得ず、この事が集中管理方式は唯一つであるような錯覚を起こさせる原因となっている。

しかし、将来温泉地が再開発され、利用施設に温泉病院団地などができた場合は、現在よくとられている集中管理方式と併用して温泉の医治効果上の特性の保存に充分注意を払った方式をとるのが当然である。

3-2) 集中管理方式

温泉を工学的な立場から見れば、化学成分と熱量を持った水溶液であるから、技術的な検討の重点はここにある。

そこで集中管理の方式を大別すると次の如く2つとなる。即ち

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

等である。①の方式は主として既存の温泉地の如く利用施設が旅館、保養寮及一般住宅等が主体であり、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採る方式である。

②の方式は医師が常駐し、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。

しかし此の2つの方式は、別々のものでなく表裏一体のものである。従って①、②のどちらの方式を採るとしても、必ず他の方式を考え合わさなければ合理的なものが出来ない。

3-3) 熱量価値を優先させる方式

この方式の基本的考え方の理論については、日本温泉科学会第16~17回大会及22回大会にて演者が報告しているので、ここではその概略を述べる。

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、温泉の持つ有効熱量は通常、次の式で表わされる。

$$q_1 \text{ 有効熱量 (Kcal/hr)} = (\text{泉温} - 43^\circ\text{C}) \times \text{湧出量 (l/hr)} \dots\dots\dots (4)$$

一方温泉地全体の放熱量はというと、

$$q_2 \text{ 全放熱量 (Kcal/hr)} = \text{浴槽運転必要熱量 (Kcal/hr)} \\ + \text{集中管理設備放熱量 (Kcal/hr)} \dots\dots\dots (5)$$

となる。従って

$$q_1 = q_2 \dots\dots\dots (6)$$

の式が成り立つように集中管理設備を計画すれば、その温泉地の浴槽は充分運転が出来るのである。

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、(6)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、ここに源泉の混合ということがおきる。このことが泉質に(化学成分)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。唯厳密に言えば微妙な変化を生ずることはまぬかれない。

3-4) 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こなわない。

そのため、1 源泉—1 給湯地域といふ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。将来温泉地の都市計画が進み、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時には重要な方式と成る。

次に集中管理計画を実例をあげて述べ、前述した2つの方式が表裏一体であることも説明する。

4. 集中管理計画の実例

実例として、新潟県湯沢温泉及岩手県繋温泉の集中管理計画を述べる。

5. ま と め

日本の温泉の利用は生活的な入浴が主であるから、この目的に充分満足するために必要なことは温泉の熱量を如何にして利用者の浴槽に合理的に配分するかである。この合理化が進めば各温泉地の温泉の需給関係は改善されるばかりでなく、温泉量は余剰となることは明白である。それ故この余剰の利用は一つの課題となって来る。そこで演者は一つの案として次の様な事を考えたい。

この余剰湯量は温泉地の既存の利用施設（旅館又は保養寮）の利害に関係しない一般住宅に水道の如き方式にて供給し、温泉地に住む人々の厚生面の向上と福祉に役立つことである。これを工学的に言えば温泉の都市給湯化である。従って温泉工学もこの目的を達成出来る方向の研究もなさるべきである。

又一方工学は一般に物を作る即ち生産と言ふことがなければその本来の生命を活かせないものであるから、温泉工学も将来は、地球物理、地球化学、温泉医学の分野と深く連帯して、温泉の成因の機構をプラント化し、完全な温泉の造成を行こなえる方向の研究もおこなうべきである。