

温泉の水滑らかにして(1)

地質相談所

はじめに

この話は 李志華という人の筆になる「中国的温泉」(陝西人民出版社 1985)を読んで書いたものである。この小冊を面白く読んだことは読んだのであるが 何が何でも一文に著わそうというほどの気持はなかった。ところがである。地質の専門家である友人に読後の感想を話して驚いた。帰ってきた言葉が「中国にも温泉があるの。へー」であったから。この一発で決まった。これは 書かねばならない。中国は遠い。最近 また格別速くなった。

名は体を現す

現代の地名から

「中華人民共和国分省地図」を開いて地名を追うと同じような漢字を使った都市や村落の名に気付くだろう。南京や北京の“京” 淮陰や平陰の“陰” 貴陽や瀋陽の“陽” 淮北・淮南や湖南・湖北の“南” と“北” 濟寧と西寧の“寧” などなど。“京”は都 “陰”は山の北側か川の日が当り難い側 “陽”は山の南側か川の日が当る側(日本にも“山陰”・“山陽”の地名がある) “南” と“北”は特定の河や湖・山の南側と北側(日本にもこれと同じような“湖東地方”・“湖西地方”という名称がある) “寧”は平和を意味し 安らかさを願って地名に入れた字である。

このように 地名に意味を求め 温泉に関係がありそうな字を探すと “湯” “塘” “暖” “温” “熱”がある。

“湯”の字が付けられた地名は比較的多く 分布も広い。たとえば 北京市に小湯山があり 南京市に湯山 湖南省の汝城県に湯河 福州市に湯坑 湖北省の宜城県に湯池 陝西省の眉県に湯谷 同じく蒲城県に湯里村といった具合である。

“塘”の字を付けた地名は雲南省に比較的多く それも騰冲県に集中し そこに藻塘河 熱水塘 大塘 黒泥塘などの地名が見られる。

“暖”が付いている地名は 山西省 河北省 寧夏回族自治区に比較的多い。寧夏回族自治区北部の平羅県

に暖水村や暖水站があり 山西省中陽県の南部と河北省蔚県の西部にそれぞれ暖水村がある。

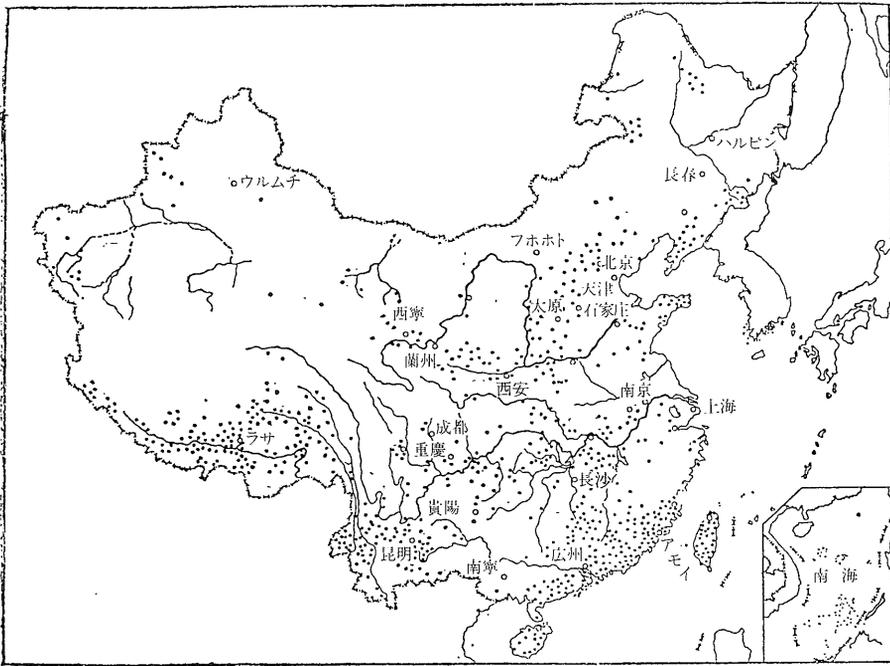
“温”を使った地名も少なくない。たとえば 江西省北部の幕阜山地と宜春県南面の武功山地の温湯村 貴州省北部に温水鎮 河南省の陝県に温塘村がその例である。そのほか ズバリ温泉の2字を用いた地名もある。たとえば 新疆ウイグル族自治区の博爾塔拉蒙古自治州に温泉泉 青海省西南部の青藏国道の傍らに温泉村 同省の曲升安河上流に温泉郷(ウエーンチュアン郷) さらに山西省崑崙山の崑崙河畔 広東省従化県の北斜面 貴州省綏陽県の北部 雲南省安寧県の北部江西省星子県の西部にそれぞれ温泉村の地名がある。

“熱”の字がついた地名は河や湖の名称になっていることが多い。江西省の龍南県の熱水湖 同じく臨川県の熱水溪 チベットの熱水河がそうで チベットの場合は熱水湖という地名が多く 羊八井の熱水湖は日本にも紹介されたことのある地名である。かつて 河北省北部に熱河省という省が設けられていたが 年配の人なら記憶にあるに違いない。

これらの意味ありげな地名は何処から来たのだろうか? ちょっと調べてみれば判ることだが これらの地名の多くは温泉の湧出と関係があるものとみてよいだろう。

古代の中国では 人々は温泉を“湯泉”あるいは“熱水湯”と呼んでいた。したがって これらの地名の出現は近くの温泉の湧出か さもなければ温泉の湯が流れ出て池を作り 川をなしているといったことに由来すると思われる。一・二のそのような地名の由来をさらに追ってみる。

現在の河北省承德市避暑山庄の地内に幾つかの温泉があり その中でもっとも有名な湯が熱河泉である。これらの温泉から人工的に湯が引かれて大小の池が作られ さらに湯は小さな川となって南に流れ 武烈河に注いでいる。この湯の川を人々は熱河と呼んだ。この熱河の兩岸に集落が形成され その集落もいつとはなく熱河の名を流用して熱河上営 熱河下営と呼ばれるようになり 承德市が生れる前の最初の集落として古地図にその名を留めている。そして清の康熙四十二年(1703年) 熱河上営からさほど遠くない所に壮大な御殿が建てられ



第1図 中国の温泉分布概要図

”熱河行宮”と呼ばれ 皇帝の避暑地になり 後に地名が避暑山庄に改められた。そして1928年に 今の河北省の東北部と遼寧省の西南部を一つにした省が設けられ熱河の名を借りて熱河省と名付けられたのである。今も熱河泉は流れて止まず 避暑山庄の景勝の一つとなっている。

チベット自治区には前に”曲真”の2字あるいはその音に近い字が付けられた地名が少なくない。曲則沕 曲子弄巴 曲子涌などがそうである。チベット語の”曲真”は熱水のことである。昌都地方察雅県の史曲河左岸の泉華台地にひっそりとした一つの村 曲真村がある。この里で半mも掘れば熱水が湧いてくる。泉華台地の前縁部には 水温30℃前後の温泉湧出口が多数密集し 村の東の温泉から流れ出た湯は湯の川となって史曲河に真っ直ぐ流れ込んでいる。チベットの人々はこの地を曲真村と呼んで その状況をズバリと表現している。

古代の記録から

当然のことながら 中国古代の人々は地名にこのような文字を使うほかに もっと多くの 温泉を描いた図や表現をしている。たとえば <水経注> <太平寰宇記> 明の<一統志>と清の<一統志> <古今圖書集成>など多数の著作中にそのような絵や文字が見られる

だけでなく 医薬書にも温泉の性質や効能が記載されていることがある。たとえば 明の李時珍が著した大作<本草綱目>には

「温泉主治諸風湿 筋骨攣縮 及肌皮頑痺 手足不遂 無眉発 疥癬諸疾」(温泉は主として諸々のリュウマチ 筋骨の痙攣 皮膚の麻痺 手足の不自由 無毛 疥癬などの疾患を治す)

とある。さらに 温泉周辺の風景は美しいことが多いので 歴代の詩人・墨客の中には好んでその風景をモチーフにし 喜んで詩の表題にする人が多かった。東漢の張衡首は<温泉賦>を書き 北魏の元暹は<温泉頌>を著した。また 唐の白居易はその”長恨歌”の中で「春寒賜浴華清池 温泉水滑洗凝脂」(春寒 浴を賜う華清の池 温泉の水 滑らかにして凝脂を洗う)

と歌い 李白は

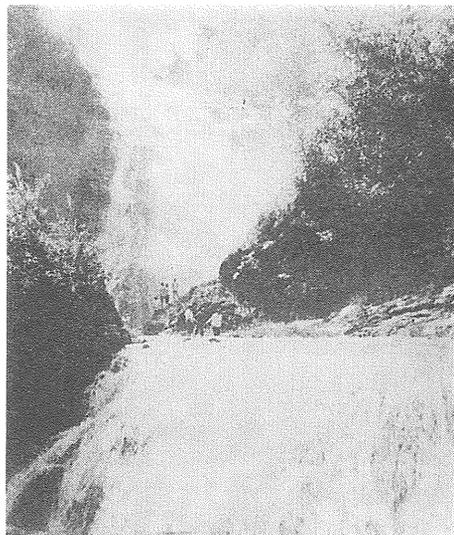
「神女没幽境 湯池流大川。陰陽結炎炭 造化開靈泉。池底煉朱火 沙旁鼓素煙」(仙女 幽境に没し 湯池 大川をなして流る。陰陽 炎炭を結び 造化 靈泉を開く。池底に朱火たぎり 沙旁に素煙を鼓く)

と吟じたが その美しい詩歌は人々を温泉に誘って尽きないものがある。

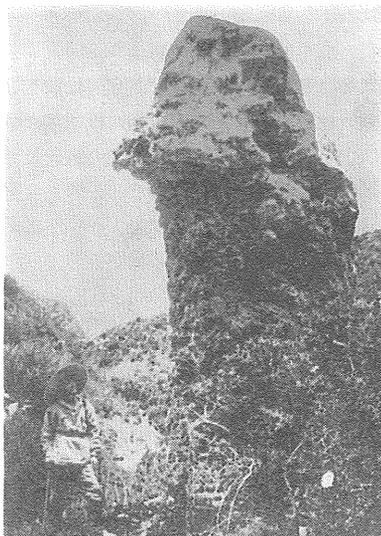
科学の進歩 中でも近代の地質学 水理地質学 地球物理学の発展に伴って 温泉についての人々の発見や描写が多くなってきた。たとえば 1936年に出版された



第2図 驪山は華清池温泉の風光



第4図 從化温泉の飛虹の湯の滝



第3図 当雄県月錯熱泉区の石灰質湯の華の塔

陳炎冰の〈中国温泉考〉には380もの温泉が記録されている。中国における地質学の先達 章鴻釗が1956年に執筆・編纂した〈中国温泉輯要〉は972カ所の温泉の位置を紹介し、主要な温泉の性質・特徴とその地質構造との関係などを分析している。

最近の文献

最近では温泉が地熱資源となるため、中国でも広く調査が行なわれ、多量の資料が蓄積されてきた。1981年に科学出版社から出版された〈西藏地熱〉の一書は、中国科学院青蔵高原総合調査隊の地熱班の長年にわたる現地調査と室内研究・分析の結果をまとめた著作であり、その中で青蔵高原の200余カ所の重要な熱水資源区が解析されていて、内容は豊かである。そのほか、最近台湾

1989年6月号

の「戸外生活」社が出版した〈台湾温泉〉は柳俊章が自身の調査にもとづいて台湾の58カ所の温泉の泉温、性質、利用状況とその効能を詳しく記載し、特徴と成因を説明し、分類を試みている。

温泉の分類

中国は後述のように泉温25℃を一つの基準としてはいるが、日本のような泉温25℃以上を温泉、それ以下のものを鉱泉とする定義づけはしていない。中国でいう鉱泉とは鉱物成分の含有量がとくに多い温泉を意味するのが普通である。でも、温泉の本質が温度であるという考えは日本の場合以上で、温泉はまず温度で分類され、次に成分、最後に湧き出し方で分類されている。

泉温による分類

字の国であり、言葉の国である中国らしく、泉温によって温泉の呼び方が違っている。すなわち、泉温が当該地の水の沸点よりも高い温泉が沸泉、沸点以下で45℃以上が熱泉、45℃以下で年平均気温以上の温泉を温泉または中温泉と呼ばれている。中国の温泉は熱泉と中温泉の数が多く、両者が中国の温泉総数の90%以上を占め、分布が非常に広範である。中国の有名な温泉療養所のほとんどが熱泉と中温泉の地に建てられている。たとえば、広東省の從化温泉の場合、その泉温は70℃、陝西省の華清池温泉は42℃である。沸泉は主としてチベット高原の南部、雲南省の騰冲地区、台湾省の北部の地熱活動が激しい地域に分布している。チベット高原の



第5図 熱気騰々と沸き上がる沸泉

南部地域ではすでに34カ所もの沸泉が探査・発見されておりそれらの泉温は82-94℃の範囲にあり 騰冲地区の沸泉の泉温は90℃以上である。

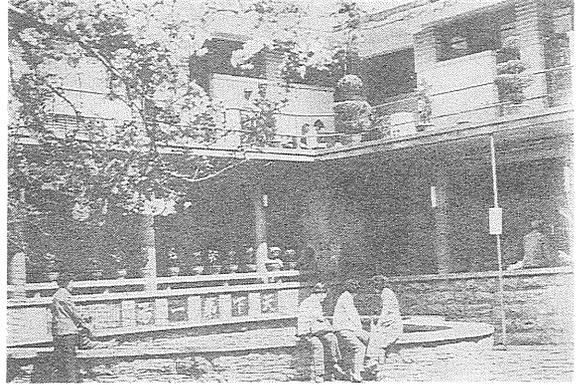
成分による分類

水は強力な溶解能力をもっている。加熱された地下水はその能力が一段と強い。温泉が溶解している物質は泉水が側岩から溶脱したものであるが温泉は側岩に変質作用を与えてさらに溶脱を繰返すためその成分構成は雨水が浸透した地下水の組成と大きく違うわけである。

中国の温泉の成分による分類は日本の場合と同じようなもので単純泉 炭酸泉 重炭酸塩泉 硫酸塩泉 食塩泉 硫黄泉 放射性泉 鉄泉などに分類されている。

単純泉の泉温は多くが25℃以上で 鉱物質成分の含有率は非常に少なく 1ℓ当りのその含有量が1,000mg以下のものと中国は定義している。中国にはこの種の温泉の分布が比較的広く 有名な華清池温泉はこのタイプの温泉である。

炭酸泉とは1ℓ中の遊離 CO₂ 750mg 以上の温泉のことである。中国には炭酸泉が非常に多く 温度の違いによって低温炭酸泉と高温炭酸泉に分けられている。低温炭酸泉は主として遼寧省 吉林省 黒竜江省 内蒙古自治区 甘肅省に分布し 泉温は25℃以下 泉水は清涼



第6図 安寧温泉宿泊所の庭園中の“天下第一の湯”

で炭酸水に似ている。そのためこの種の温泉は天然炭酸水泉とも呼ばれている。そして雲南省 チベット自治区 台湾省 広東省 四川省 新疆ウィグル族自治区などの炭酸泉は高温炭酸泉が主で 泉温は25℃以上である。なお炭酸泉の泉温別の分布には厳密な限界があるわけではない。たとえば台湾省の蘇澳鉱泉は遊離 CO₂ 含有量が1.75 g/ℓに達しているが 泉温は22℃にすぎないのに 同省の烏来鉱泉の泉温は高く70-86℃に達している。

重炭酸塩泉は1ℓ中の重炭酸塩含有量が1,000mg 以上に達している温泉で 雲南省昆明近くの安寧温泉がこのタイプに属する。

硫酸塩泉は1ℓ中の硫酸塩含有量が1,000mg 以上に達している温泉で 多くは火山地域に存在する。

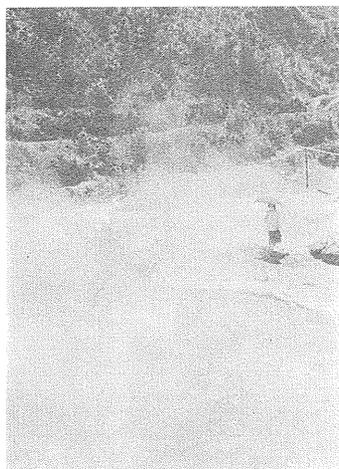
食塩泉は塩化ナトリウム型の温泉で 1ℓ中の塩化ナトリウム含有量が1,000mg 以上のものである。中国のこのタイプの温泉は東南沿海帯に比較的多く 広東省の沿岸帯の温泉はほとんどがこのタイプである。

硫黄泉は硫黄分を含んだ温泉である。一般に 温泉水1ℓ中に1 mg 以上の硫黄を含んでいるもので 雲南省騰冲の硫黄塘沸泉と台湾省の北投温泉は世界によく知られた硫黄泉である。

以上のほか 中国にも遊離硫化水素ガスを含んだ硫化水素泉 そして放射性元素を含んだ放射性泉も存在する。たとえば 1ℓ中に20エマーン以上のラドンガスを含有していると 放射性ラドン泉となる。

湧出形態による分類

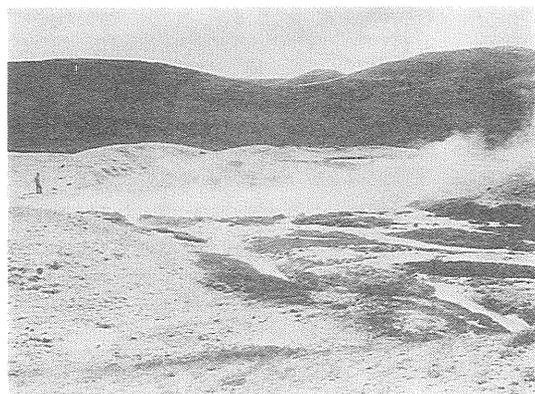
中国では温泉の湧出形態のタイプを「顕示類型」と言う。天然の温泉の湧出は どちらかと言えば 静かに蒸気を上げながら流れ出ているといった形であるが中には高く熱湯を噴き上げ 豪音が轟き止まらないものもある。



第7図 騰冲県の硫黄塘の湯釜



第9図 曲普熱水区の熱水池の群れ



第8図 曲普熱水区の1975年11月2日に発生した水蒸気爆発によって生じた直径25mの爆発孔、孔口に熱気騰々。

中国は 湧出の形態から温泉を噴泉 間歇泉 爆発泉 沸泥泉などに区分している。噴湯といっても湯(熱水)と水蒸気の組合せで とくに両方が半々程度の場合には両相泉という表現が使われることがある。

湧出した湯(熱水)がその量と地形によって あるいは川となり あるいは池や湖を作るが それを熱水河 熱水塘 熱水湖などと呼び分けられている。

噴泉の名が与えられた温泉の噴出の高さは数mから10数mで チベット自治区の念青唐古拉山脈の南麓 拉布藏布河の右岸の南木林と華華龍の両高温噴泉は噴湯の高さが常時10mに達し 湯勢は衰えず まさに壮观である。中国の噴泉では その温度は多くが沸点以上であるが 沸点より低いものも少しばかり存在している。間歇泉と爆発泉は数少なく 現在のところ チベット自治区と雲南省西部にしかない。

沸泥泉は日本では「坊主地獄」と呼ばれることが多い。これは高温の熱水が通過する周囲の岩石を変質させて粘土に変え 熱水とガスが泥と一緒に湧出して作った高温の泥水泉である。湧出するときのガス圧が大きいほど 泥は激しく爆発のように飛散り あるいは沸騰する。中国を代表する沸泥泉は チベット自治区錯美県の布雄朗古地区と同じくチベット自治区の薩迦県洵鳥地区にある。

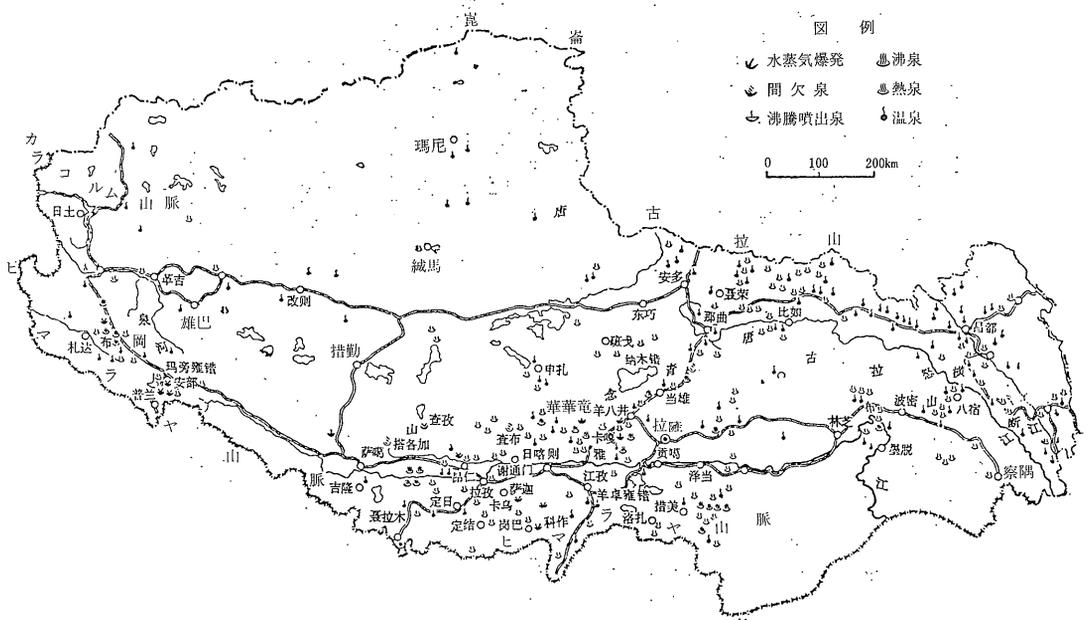
熱水河 熱水湖 熱水塘 熱水沼沢は 実際には多数の泉源が密集して湧出し 熱水が集中して形作られたものである。この種のもは チベット自治区に比較的多い。熱水湖に例をとれば 羊八井熱水湖は面積が7,350m² 深さ最大16.1m 水温が45—57℃で 中国最大級の大規模な熱水湖となっている。これほどの大面積の地熱現象の存在は 地下のきわめて豊富な地熱資源が開発・利用できることを示唆している。

中国での温泉分布図式

全体像

前に掲げた第1図は中国ですでに発見されている全部の温泉を示したものではないが その温泉分布の全体像は却って一目瞭然である。落葉松林続く長白山脈から椰子林繁る海南島まで 碧波巡る宝の島台湾から雄大に広がる青藏高原まで 至る所に温泉が分布しているのである。1970年代末の統計によると 中国全体で2,600カ所の温泉があり 中国は世界的な多温泉国の一つである。

しかしながら 中国における温泉の分布は不均等で 分布範囲は広いが 局地に集中するという特徴を備えている。その温泉が最大に集中している地域はチベット自治区 雲南省 広東省 福建省 台湾省といった中国



第10図 チベット自治区の温泉分布図

の東南部と西南部の幾つかの省・区で それらの地の温泉の総数は1,600カ所 全国の温泉総数の60%を越え しかもそれらの温泉の温度は一般に高く 中国の高温温泉はこれらの省・区に集中している と言える. 以上の省・区に次いで温泉が多いのは湖北省 湖南省 江西省 四川省 新疆ウィグル族自治区 山東省 河北省 遼寧省 吉林省である.

地質構造の特徴と温泉の分布にみられる特徴にもとづいて 中国の温泉地質学の専門家は中国を6帯の地熱帯に分けている. それが 贛藏地熱帯(雲南省西部チベット自治区南部の雅魯藏布江流域を包括) 台湾地熱帯 東南沿岸地熱帯(江西省東部 湖南省南部 福建省 広東省を包括) 膠遼地熱帯(山東省 遼寧省とその南北延長帯を包括) 四川省西部-雲南省北部地熱帯(四川省西南部の雅羅江・大渡河・安寧河に沿って昆明に到る線の南側) 汾・渭・張北地熱帯(汾河・渭河河谷 大同火山区 張北-囲場玄武岩高原を包括)の6地熱帯である.

この6地熱帯の中では 贛藏地熱帯と台湾地熱帯の活動がもっとも激しい. 全球的な地熱帯からみるとチベット自治区西部と雲南省は地中海-ヒマラヤ地熱帯の東端に位置する. この地中海-ヒマラヤ地熱帯は西のイタリアに発し トルコ イラン カシミールを経てチベット自治区に至り それから南に折れて雲南省の西部 さらにビルマを経て 台湾省を含んだ西太平洋地熱帯に連なる大地熱帯である. したがって 贛藏地熱帯

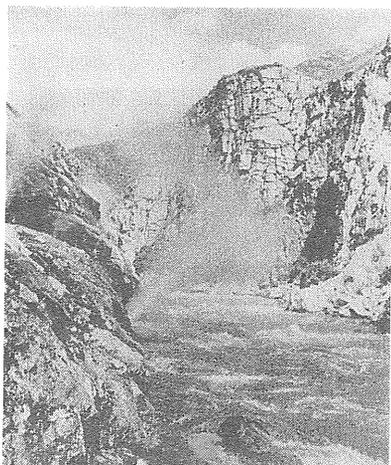
と台湾地熱帯は全球的な地熱帯上の重要な環である. なお 贛藏地熱帯と台湾地熱帯は中国としては地熱資源のもっとも豊富な地域で 中国が地熱エネルギーの開発と利用の分野でもっとも期待している地域である.

東西带状に分布するチベット温泉群

調査は進む

チベット高原は”世界の屋根”. その巨大さがこの名を生んだのである. かつて人々は総じてこの高原を”高・寒”の2字で受けとめ この広大は高原の内部に膨大な地熱資源が包蔵されていることを知っていた人は非常に少ないようである. 中華人民共和国の建国直前の統計表を見ると 何とチベットにはただ1カ所の温泉しか記録されていない!

建国後 新中国政府は全国の天然資源の実体の把握と見直しに取掛かった. それに力を貸したのがソ連の科学陣であった. その地質調査対象の中にはチベット自治区は入っていなかったらしく チベットの地質と地下資源が記載された中ソ合同科学総合調査報告は見当たらない. いわゆる”文化大革命”動乱前にチベット自治区の科学調査が部分的に始っていたことは文献で散見されるが その本格化は1973年に中国科学院によって大規模な青藏高原総合調査隊が組織されたことに始まる. この調査隊は4年間の連続調査を実施したが その中に地



第11図 華華比熱水区の熱水噴泉群，主噴泉の熱水は拉多蔵布江の川面に向かって噴射している。

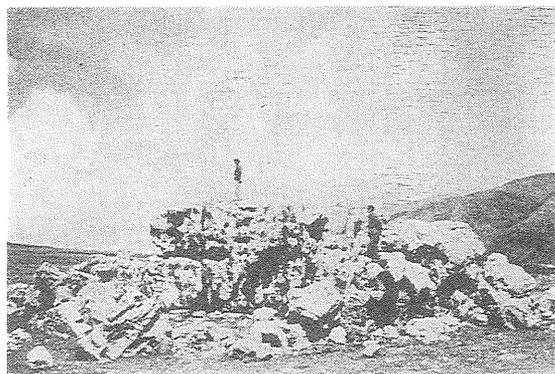
熱班が設けられていた。同班は非常な苦勞を重ねたようであるが 彼等の手によってチベット高原が中国でもっとも地熱活動の烈しい 地熱資源のもっとも豊富な地域であることが立証されたのである。彼等が巡見・調査し あるいは発見した温泉は 630 カ所 中国の温泉総数の24%を占めた。中国の省・自治区別でのトップである。

温泉の状態

科学的な調査は 全国の注目の中で大々的に展開された。もともとチベット高原は高くで寒く 四六時霧が巻き 温泉が蒸気を噴き上げ あるいは沸騰し続ける異様な大地である。その様子を李志華は 次のように書いている。

「貴方が念青唐古拉山の南麓に立ったら 多数の間歇泉が次々に青空に白い湯柱を突き上げ 熱水湖の湖上に湯煙が舞を舞い 霧の海をつくり 滔々と流れる熱水の川が蒸気を漂わせながら白い玉帯となっている様に驚き そして神秘さにうたれることだろう。……」

チベットの温泉は数が多いだけではない。その種類も多いし 奇抜なものさえあって 今知られている温泉だけでも20数種のタイプのものがあり 世界の温泉と地熱活動の展覧会と言える。普通の温泉 そして熱泉 沸泉 沸泥泉はもちろんのこと 多くの広い熱水湖 熱水河 熱水沼 熱水塘があり その広さ 泉源の多さは他の省・自治区では見られないものである。爆発泉と間歇泉は 全国的に珍しい。この地の温泉の泉温はいずれもきわめて高く 沸点(ここでは80℃前後)に達している温泉が 40 カ所 その最高の温泉で 94℃を越えている。チベット自治区南部には沸泉が34カ所あって そ



第12図 高地に白い湯の華の台地

の泉温は82-94℃の間である。

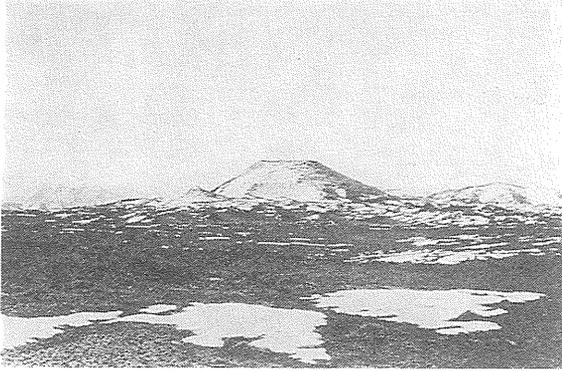
この地の温泉は中国はもちろん 世界でも最高所の温泉区で 一般に海拔が 4,000-5,000m 所によってはそれを越える。崗底斯山脈南側の海拔 5,300m の谷間に大規模な温泉華(湯の華-温泉沈殿物)が堆積し そこには 3群の沸泉群があって 泉温は最低83℃ 沸点よりも4℃以上も高い。また崗底斯山脈の北側 昂仁県の查孜地区には泉温86℃の沸泉が1カ所あって その海拔は 5,500m に達している。この沸泉こそ 地球で最高所の温泉と言われているものである。これらの温泉が湧出している地域はあまりにも高所で 気温が低いため 湧出する湯も噴き上げる水蒸気も時とともに凍結して真っ白な氷の絨毯を作り 氷の花を開かせ 一種独特な美しい ときには神秘とも言える景観を生んでいる。

高原上のもう一つの眺めは形さまざま 美しい姿のあるいは奇妙な姿の温泉華がある。これは 地下の熱水が含有している物質が地表での温度の降下と水分の蒸発によって地表に沈殿・堆積してできた堆積物である。その堆積物を構成する物質はさまざまで 石灰華 珪華 硫黄華 塩華などに分類されている。

4条の温泉帯

チベット自治区の温泉はまさにキラ星のように分布しているが 必ずしも乱雑に存在しているわけではなく 大作「西藏地熱」によると 北から南にほぼ4条の帯状に分布している。以下 それぞれの温泉帯についてお話を。

チベット高原の北縁に 崑崙山脈-可可西里山脈温泉帯がある。この温泉帯は チベット自治区・新疆ウィーグル族自治区・青海省が接する地帯にある。この地帯では断裂構造が古生代のヘルシニア造山運動前期に形成され その形成期がはるか昔のことのため 熱水活動がすでにかなり弱まり 加えてその地が人跡稀な所と全



第13図 カ爾達西(カルダス)火山

く人の住まない所ということもあって 温泉についての資料が少なく 最近の調査結果によれば 発見された温泉はわずかに3カ所で チベット高原で温泉がもっとも少ない地域となっている。温泉のタイプは熱泉と中温泉の2種である。しかし第三紀以降 この地帯では火山活動がかなり活発である。崑崙山脈の西部の新疆ウイグル族自治区於田県の域内に三つの火山があり その中のカ爾達西火山は1951年5月27日に噴火し 今なお噴気を続けている。この火山活動は この地帯の地熱資源が依然として健全なことを物語っている。

この崑崙山脈-可可西里山脈温泉帯の南に公錯-怒江温泉帯がある。温泉帯は西から東にチベット自治区の中央部を横断し 西部は人煙稀な阿里地区の北部であり 中部は那曲地区の南部 東部は昌都地区の東部まで及んでいる。この温泉帯の温泉は中温泉と熱泉の2タイプが主体であるが その数は北の崑崙山脈-可可西里山脈温泉帯の場合よりもはるかに多く 実際に調査された温泉だけでも132カ所に達し チベット自治区全体の既知温泉総数の40%に相当している。この温泉中の高温の熱泉は大部分が中部の那曲地区南部に集中し 泉温は最高83℃となっている。この温泉帯内の紅海湖熱泉区 孜格丹湖熱泉区 那曲城南熱泉区 索布查噴泉区 土門格拉達作熱泉区 龍馬爾熱泉区は開発価値のある熱水区である。

その中で最大規模のものが索布查噴泉区で 面積は0.2km² 噴泉区内に多くの噴泉 熱泉 噴気泉が分布し 泉温はおよそ73℃前後で 高温の水蒸気が一面に広がり 自然の放熱量は1.9万キロカロリー/秒に達している。この地の熱エネルギーの巨大さがわかるとういうものである。

さらにチベット自治区の南部に位置する獅泉河-雅魯藏布江温泉帯は 獅泉河流域と雅魯藏布江流域の大部分の河谷地域を包括するものである。この地域の北側に崗底斯山脈と念青唐古拉山脈が 南側にヒマラヤ山脈が

あり その間が一条の谷合地帯となっている。その面積は広くないが チベット高原で温泉がもっとも密集する地帯であり 泉温がもっとも高い温泉の集中地帯であり 地熱活動がもっとも強烈な地帯である。

この温泉帯の温泉はすでに現地調査が終わったものだけでも190カ所で チベット自治区全体の温泉数の57%を越え しかも自治区の既知沸泉のほとんど全部がこの一温泉帯にある。また 爆発泉と高温の間歇泉は例外なくこの一温泉帯に出現している。この地帯には有名な地熱田が非常に多く 東部に羊八井地熱田 措美県の古堆地熱田 謝通門県北部の查布間歇泉 薩迦県西南部の沕烏熱水爆発泉区 崗巴県北部の苦馬熱水爆発泉区 昂仁県西部の塔格加間歇泉区がある。しかし西部の熱水活動は東部に比べて弱く 普蘭県北部の瑪旺地熱田と獅泉河流域東南面の朗久熱泉区が比較的大規模である。

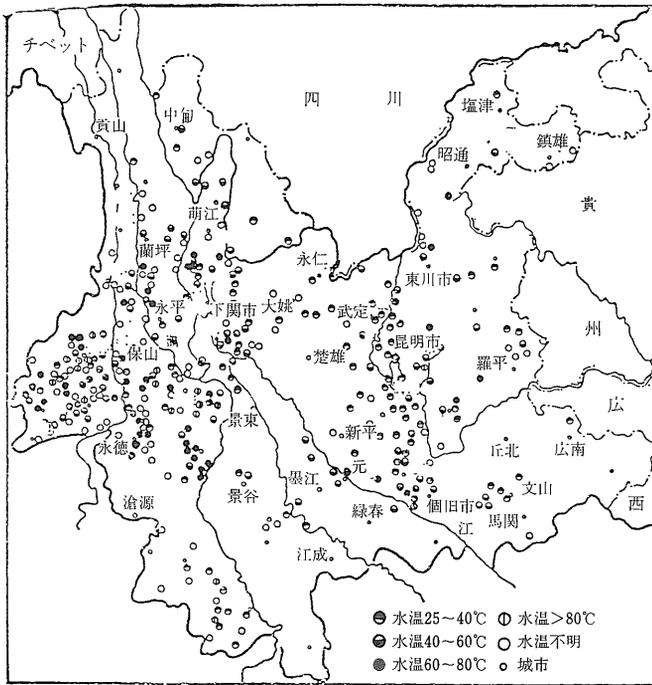
この獅泉河-雅魯藏布江温泉帯の地熱活動も やはりチベット高原の温泉の特徴を現している。同時に この地帯はチベット自治区の経済のもっとも繁栄している地域で 自治区の首都の拉薩市があるだけでなく 日喀則 沢当 林芝 獅泉河といった自治区の主要都市がすべてこの地帯にあるので この温泉帯の地熱エネルギー資源を研究・開発・利用することは チベット自治区の工業・農業の発展にとってきわめて重要と言える。

さらにチベット高原の南縁 ヒマラヤ山脈の主稜線一帯とその南斜面がヒマラヤ山脈温泉帯(中国領内では断続分布する)となっている。この温泉帯の地は8,000m以上もの高峰が連綿として続き 峨々として壮観を呈し 温泉の分布は点々として数少ない。調査隊が幾つかの南流する河谷で見出した温泉は5カ所で その活動は比較的弱く 主として中温泉と熱泉の形で現れている。泉温は最高70℃で 上述の温泉帯に比べれば相当劣っている。

分布の規則性

以上の温泉分布からみると チベット高原の温泉には 東西方向の帯状分布という特徴があるだけでなく 南北方向にも規則性がある。すなわち 獅泉河の本流の谷と雅魯藏布江の本流の谷を中軸として 温泉の分布がその軸に規制され その軸の両側に温泉が最大に密集し 北両方向に向って熱水活動が次第に弱まり 温泉の数が次第に減少していく。この規則性を中国の地質専門家の多くはプレートテクトニクスの理論で説明し つまるところ雅魯藏布江-チベットをユーラシア プレートと南アジア亜プレートの衝突帯だからとしているが ここでは長くなるので その詳しい紹介は省略する。

中国地質科学院と地質鉱産部 中国科学院などの身の



第14図 雲南省の温泉分布図

入れ方からすると 獅泉河-雅魯藏布江温泉帯を最重点としたチベット高原の地熱開発は 今後ますます発展するであろう。チベット自治区の後進性を打破することは 自治区の統一のためにも 全国的な「四つの近代化」の実現のためにも急務のはずであるから。

南北に累帯する雲南地方の温泉群

歴史は古い

雲貴高原(雲南-貴州高原)西南部に位置する雲南省は温泉についての記録が歴史上かなり早く 温泉の数ももっとも多い省でもある。早くも1639年に 中国の有名な地理学者 徐霞客は雲南省の温泉について考察を進め 名著<徐霞客遊記>の中でかなり多くの温泉の位置 地質条件 化学組成 泉温などについての比較的詳しい記述を行っている。そして新中国誕生の直前には 雲南省のすでに発見されていた温泉がおよそ100カ所を数え 1973年以前には雲南省が温泉の数で全国一となっていた。その後 チベット自治区での地熱調査の展開と多数の温泉が発見されたことによって 雲南省は全国第2位に下がったのである。現在 雲南省ですでに発見済みの温泉は480カ所に達し 中国における地熱資源の豊富な地域の一つとなっている。

特徴を見る

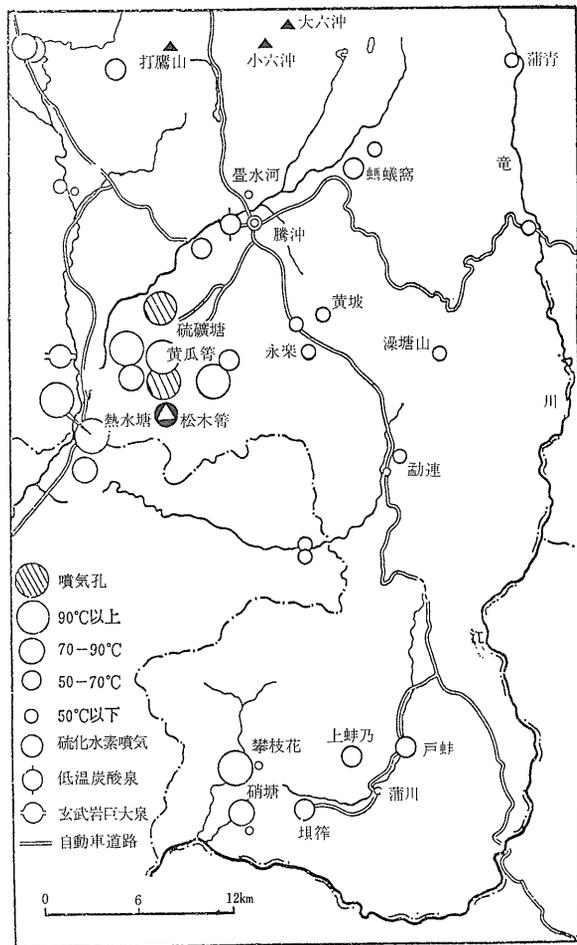
1989年6月号

雲南省はチベット自治区と同じ一つの大地熱帯内に入っているが 温泉の分布 タイプ 化学組成はチベット自治区の場合と大きく異なっている。

雲南省での温泉群の大部分が南北方向の帯状の分布を示し 主として3密集区にまとまっている。

東部の高原の贛池 陽宗海 撫仙湖 星雲湖 杞麓湖の周辺は地表部が破碎され 環湖温泉密集区を形作っている。この密集区の東面には南北方向の嵩明-宜良-華南-通海地熱帯 これら湖沼群の西側には安寧-晋寧-玉溪地熱帯 同じく北側には禄勳-富元-昆明地熱帯がある。これら東部の高原における温泉の分布は広いが 泉温が高くなく 一般に30-42℃ 最高でも72℃を越えていない。湧出量は多くの温泉が毎秒1-10ℓ 最大のもので<100ℓである。上記の湖沼区の周囲は山青く水清らかで 雅びやかな景色に恵まれ また省都の昆明市に近く 交通が便であり 温泉の湧く所に温泉療養所が多く 知る人ぞ知る安寧温泉はこの高原の贛池の西側にある。

雲南省西北部の蒼山の麓 洮海の湖岸では断裂が密集して北西方向と北東方向の2組の断裂帯が交差し その断裂帯に沿って多くの温泉が分布して第二の洮海湖岸温泉密集区を形作っている。中でも温泉は洮源県の景城付近にもっとも多く 村の中には 温泉の泉源が密集し 熱水が四通八達して流れ 湯の利用は生活に溶け込み 熱水の村になっている所もある。この洮海湖岸の温泉



第15図 雲南省騰冲地区の“熱海地熱田”の温泉分布

密集区の温泉は泉温が一般に40-60℃で湧出量が多く毎秒10-30ℓ 最大のもので126ℓに達している。これほどの豊富な温泉が計画的に開発利用されたなら雄大な蒼山と秀麗な洮海に新たな景観を添えることになるだろう。観光開発に注目し始めた中国「旅遊地質学」を地球科学の独立分野として取扱っている中国のことこのまま洮海湖畔の温泉群を放置するはずはない。この温泉群の将来が楽しみである。

雲南省西南部に位置する保山・徳宏・臨滄地区は河川が密に流れ谷が縦横に走り熱水の湧出孔が非常に多く南北方向の大小の断裂帯に沿って分布し雲南省で温泉がもっとも密集した地域—保山・臨滄温泉密集区—となっている。この密集区の温泉は泉温が高く多くの沸泉と噴泉があり湧出量が多く一般に20-30ℓ/秒もっとも多いもので100ℓ/秒に達している。

雲南省の温泉のもう一つの特徴は省の四周に多く中央部に少なく西部に多くて泉温が高く東部には少

なくて泉温が低いということにある。たとえば龍川-臨滄の線から東側では泉温60℃以下の温泉が74%を占め泉温が80℃以上の温泉は8カ所(5%)にすぎないが同線の西側では泉温がすべて60℃よりも高く沸泉に富み雲南省の高温熱泉区であるだけでなく中国を代表する高温熱泉区の一つでもある。高温熱泉区を代表する熱泉区それが騰冲の温泉群が存在する区域である。

騰冲の温泉群

雲南省の温泉と言えば騰冲 騰冲といえば温泉そして錫これが筆者の印象である。中国の記述するところによれば騰冲は中国の著名な火山区である。

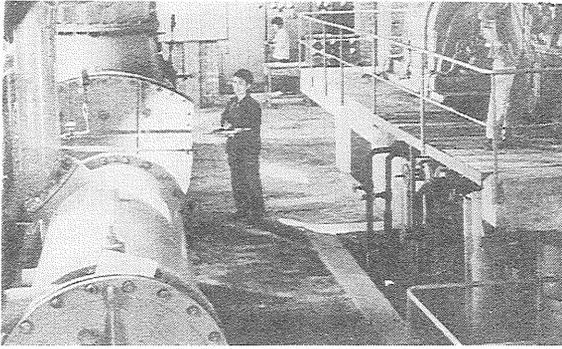
この地ではおよそ2-3万年前この地で烈しい火山噴火が起った。東北側の高黎貢山脈に登って眺めればその時の円錐形の火山丘の群れがまるで武装して立つ護衛兵のように騰冲県域を取巻いているのがよく見える。その明瞭に形態を留めている20数丘の中では打騰山がもっとも高く980m前後の比高をもっている。このことからしてもこの地でのおよそ2-3万年前のマグマ活動は非常に激しく地下に残存した灼熱のマグマが巨大な熱源となって浅層・深層の地下水を加熱し部分的には熱水を気化させそれが割れ目に沿って噴出あるいは湧出し騰冲地域に多くの温泉が密集する区域を形作ったのである。

騰冲温泉群の熱源は残留する火山マグマ体であるため硫黄分に富んだ高温の噴気孔と溢気面が非常に多く広い。この事実は騰冲地区の地熱エネルギーが作り出した現象である。

騰冲の温泉群の泉温の高さは中国としては数少ない高さである。この温泉群中の90-105℃以上の沸泉は10カ所を数えその他の温泉はすべて50℃以上である。この温泉区域に立てば至る所で湧出する熱水の湧き上がる音数10mも噴き上がる蒸気の轟々たる音に耳をふさぎ沸き上がる熱水の流れと地を這う高温の水蒸気に身の危険さえ感じることだろう。その一方で何段もの湯の滝そして温泉華が作る千変万化の自然像と彩りには貴方も目を見張るに違いない。熱泉の多くは硫化水素を含んで異臭があり付近に硫黄の沈殿が少なくない。

騰冲温泉群の温泉は主として黄瓜箐 澡塘河 硫黄塘 攀枝花 硝塘などに分布しおおよそ東・中・西の3条の南北性温泉帯にまとめることができる。

騰冲県域の東側には龍川江が断裂帯に沿って北から南に弧状に延びその龍川江の本流と支流の谷に20ほどの温泉が分布しその数は騰冲県下の温泉総数の25%に当る。この温泉群では大塘温泉と石祥温泉の規模が



第16図 懐来地熱発電所

もっとも大きく 泉温が最高で 大塘温泉は騰冲県の東北隅 海拔2,500mの河谷の段丘上にあつて 長さ約100m 幅30mの範囲に多数の泉源が存在し その泉源は5-6カ所に比較的まとまり 泉温はいずれも73℃以上で 小さな湧出孔はまさに無数 温泉華を盛んに沈殿し その成分は主として炭酸カルシウムと炭酸ソーダである。

騰冲県の中部 龍川江上流および大盈江本流と支流の河谷中には40カ所に温泉(泉源群)が湧出し 全県の温泉総数の半分を占めている。 そのうち 比較的大きな泉源が130余カ所 小型の泉源は数えきれない。 この中部の温泉帯は騰冲温泉区の中で泉温がもっとも高い温泉帯で 至る所から噴湯・噴気の轟音が響き 蒸気が四辺を包み 沸泉・熱泉・噴気孔が林立して壯観を呈している。 その熱泉の1/4は泉温が90℃以上であり 泉温が70℃を越える温泉は1/3に及んでいる。

地熱田として

騰冲県下には北から南に瑞贛 熱海(硫黄塘) 攀枝花-硝塘の三つの高温地熱田があつて 帯状に配列している。

北端の瑞贛地熱田は8温泉群を有し 比較的大きな温泉は数10カ所 その泉温は40℃から90℃までさまざまその半分以上が泉温70℃以上である。

南端の攀枝花-硝塘地熱田は噴気を主とし 熱泉が四つしかない温泉区で 範囲は数10km²と狭いが 熱水活動は相当烈しい。 その熱泉の泉温は92-97℃である。

そして この両地熱田の間に 熱海(硫黄塘)地熱田があり 硫黄塘 黄瓜箐 澡塘河 囊宋 熱水塘 坝派などの沸泉・熱泉を有し これが騰冲県というより雲南省における高温地熱の中心となっている。”熱海”という名称は俗称で 正式には硫黄塘地熱田と呼ばれているようである。 この”熱海”地熱田について記録した最初の古文書は 地理学者 徐霞客の<徐霞客遊記>である。 徐霞客は1639年5月初め雨について硫黄塘を尋ね

観察した結果を <徐霞客遊記>に詳しく書き留めている。 澡塘河の滝の付近と硫黄塘-溝口一帯での噴気について 彼は次のように述べている。

「遙望峡谷中 蒸騰乃氣 東西數処 郁然勃發 如濃煙卷霧 東臨大溪 西貫山峽。」(峡谷の中を遙かに望むと 蒸して騰る水氣 東と西に數ヶ処 郁然と勃り發し 濃い煙卷く霧の如く 東は大溪に臨み 西は山峽を貫ぬく。)

彼は硫黄塘一帯の噴気を視察して

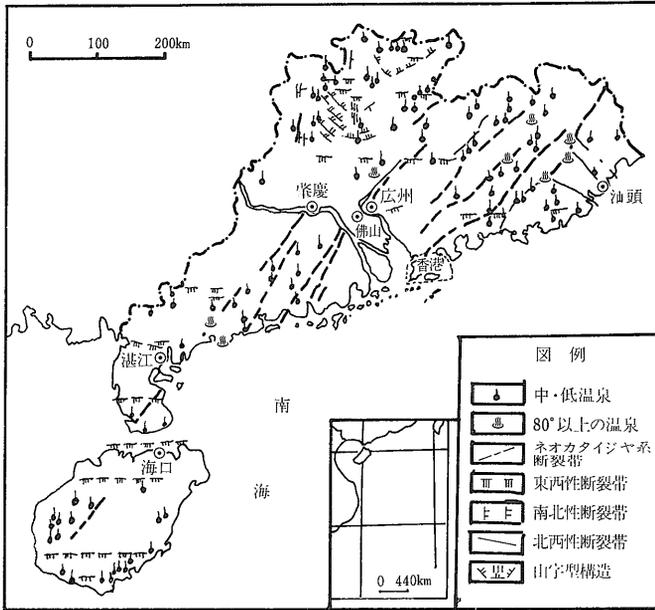
「環崖之下 平河一団 中有孔數百 沸水叢躍 亦如數十人鼓煽於下者。……其水雖小而熱 四旁之沙亦熱 久立不能停足也。」(環る崖の下 平らかな河の一団れ その中にある孔が數百 沸る水が叢って躍り また數十人の下にあつて鼓を煽くようである。……其の水は小かでも熱く 四方の砂もまた熱く 久しく立つて足を停めることは不可能だ。)と著している。

徐霞客の描写と今日像とを対照すると 350年の経過による違いを見つけ出すことは難しい。 現在の黄瓜箐-硫黄塘一帯の地表の温度は一般に94℃以上で 現地の沸点を越えている。 硫黄塘の大深鍋(熱泥沼)の西側2mの地帯は地表温度が94.8℃もあり その地下4mの所は104.6℃に達している。 熱海地熱田全体の自然熱流量は 騰冲地熱資源合同調査隊の調査結果によると 毎秒5×10⁴キロカロリーで 年間放出熱量は標準石炭21万トンの熱量に相当している。 この値が示すように この熱海地熱田の地熱資源の開発価値は非常に高い と言える。

その他にも

さらに騰冲県の西部 檣江上流の古永河河谷と大盈江上流の緬青河河谷にも10数カ所の温泉(泉源群)があり 全県の温泉総数の24%を占めている。 その泉温はいずれも比較的低く 70℃以下で 一般的には40-60℃の間にある。 その主な地熱田は 石花洞 黒泥塘 胆扎の3カ所である。

騰冲県には高温の熱泉があるだけではなく 低温の炭酸泉が少なくない。 その泉温は多くが23-28℃ 重炭酸カルシウムソーダ型の温泉で 大量のガスを逸出するものが圧倒的に多く その場合のガスはCO₂が70-80%を占める。 炭酸泉が地表に湧出すると 圧力が急に減少するので CO₂が大量に逸出するのである。 この低温炭酸泉は来鳳山の西麓と北麓および曲石付近の龍川江沿岸の第四紀火山岩体上 被覆溶岩層の頂部に集中している。 最近の<中国地質報>紙によると 中国は日本における「美味しい水」ブームに注目し 全中国に「美味しい水」の商品化を呼びかけており 日本への輸出を奨励しているが これらの炭酸水が「健康水」とか銘う



第17図 広東省の地質構造と温泉分布の概要図

って日本にお目見えするかどうか。

この地にある。 広州市から西には温泉が比較的少なくその大部分が沿岸地帯に集中している。

キラ星のごとく—広東省の温泉

全省に温泉が

前述の<中国的温泉>によると チベット自治区の温泉群は東西方向の断裂に沿って帯状分布を形作り 雲南省の温泉群はほぼ南北方向の断裂沿いに分布するのに対し 広東省の温泉群は比較的満遍なく 全省に散らばっている。

<広東省地質構造図>(1982)で見ると 多くの断層帯が縦横に交錯し 格子状の構造模様を作り 温泉はその格子の交点に存在し まるで基盤上に置かれた基石のようである。 1980年の資料によると 広東省全体の温泉総数は 230 余カ所 数では全国省・自治区別第3位である。

広東省の温泉は散在しているとはいえ 相対的には集中した地域がある。 断層帯との関係で言えば 新カタイジヤ断層系に沿って出現している温泉がもっとも多くその数は76カ所で 省全体の1/3を占めている。 そしてその中の23カ所が海豊-大埔断層帯上に 14カ所が東江断層帯上に現れている。 地域的にみると省都の広州市を境にして東と西に分ければ 東にある温泉の数が140余カ所 全省の温泉数の60%を越え しかも泉温が比較的高く 一般に60-90℃である。 豊順県の汶屋温泉と豊良県の温泉は泉温が90℃前後で 開発と利用の価値が高い。 広東省の名の知られた温泉療養所は大方が

医療に 健康飲料に

広東省の温泉は広範に分布することだけでなく 化学成分タイプも多様である。 医療効果のある温泉としてラドン泉 炭酸泉 塩泉が多い。

ラドン泉は全省各地に分散し 中部の從化県の從化温泉 西部の陽春県の阿表温泉 宜信県の西江温泉 東部沿岸の陸豊県の新田温泉 博羅県の湯泉温泉 豊順県の汶屋温泉と塔下温泉は とくにラドン含有率が高い温泉である (いずれも120エマン以上)。

広東省の東北部地域は 炭酸泉の集中的に分布する所である。 それは邵武-河源断層帯の東江流域 部分に多く出現し 河源県の火辣山と鶴堂 龍川県の黎嘴と拘水 瀝 章田県の湯湖など一連の炭酸泉があり 内外に名を馳せている龍川鉱泉もこの地にある。

龍川鉱泉は 龍川県の梅子坑に位置する。 その泉温は33℃ 湧出量は毎秒3ℓ 年間9万トンに達している。 その主要成分は遊離 CO₂で 1ℓ中のその含有量は2,000mg にもなっている。 そのほかの成分として 炭酸 炭酸ソーダ 炭酸リチウムがあり 泉水は重炭酸塩型炭酸水であり "天然ソーダ水"と呼ばれ 中国でも稀な一種の鉱泉水である。 この鉱泉水を 国際的に有名なフランスの"鉱泉水"に勝るとも劣らない と中国は評価している。

龍川鉱泉はその源が地下3,000m という深部にあって

湧出量 温度 化学組成がいずれもほぼ一定しているので 今ではこの地に龍川鉱泉療養所と龍川鉱泉飲料工場が建てられ 工場は”珠江”印の鉱泉水の瓶詰を作っている。その歌い文句は「お口爽やか 健康の守り手 龍川鉱泉水」である。

次に塩泉であるが その湯は人々周知の食塩水である。この種の温泉は一条の帯となって広東省の沿海一帯に分布し 海潮の影響のある範囲に存在する。潮安県の東山湖温泉（東湖温泉）陸豊県の後坎温泉 広州市の三元里温泉がその代表的な塩泉である。

塩泉の温度はまさにさまざまで その温度は地下の熱水が循環する深度に左右され もっとも温度が高いのは潮安県の東山湖温泉で 泉温が85℃ 陸豊県の後坎温泉が60℃ そして広州市の三元里温泉は32℃にすぎない。ともあれ 広東省の沿海地帯は交通が便で 人口も比較的密であり 温泉の開発と利用の環境は優れている。

観光にも力を注ぎ始めた中国のこと 放っておかないに違いない。

最初の地熱発電所も

もう一つ 広東省で温泉の季節にもっとも人気のある温泉郷 湯坑であるが これは東部の豊順県にある。すでに西漢の時代に この地は湯坑と呼ばれていたのである。この湯坑は清らかな溪流が巡る大きな町で 泉源が無数に密集し 温泉は42泉 全県下の温泉総数の81%を越え 湧出量が大きく 泉温は一般に86-104℃であり 温泉郷の名にふさわしい所と広東省の人々は自賛している。しかし過去 多数の密集した泉源から熱水が滔々と湧出している割には 利用されてこなかった。それが中国初の地熱発電所が建設（1970年12月に運転開始）されたことを契機に 熱水の多角的な利用が始まっている。（つづく）

最近中国で発見された新鉱床

岸本文男（元所員）

Fumio KISHIMOTO

贛西地域で大型カオリン鉱床の発見

江西省地質鉱産局の贛西地質調査大隊は 最近 江西省吉安県での試錐探査によって一つの大型カオリン鉱床を発見した。今までに明らかになったことによると この鉱区内のカオリン鉱層は2層からなり 第一鉱層は層厚が5-17m 第二鉱層は層厚が20-56mである。それらの胚胎層はジュラ系下部統の林山累層で 冲積相の碎屑堆積物で構成され 層厚は410mである。鉱区の基本的な構造は一つの向斜で 延長が3,000余m 基盤は茅口石灰岩からなっている。

廖駿（中国地質報 1988. 4. 18）

山東省で鉱量5,000万トンの高品位鉄鉱床

最近 山東冶金地質勘探会社の第一隊が山東省淄博市の金嶺鉄鉱山の外側でまた高品位鉄鉱床を発見し この発見によって国家に鉄金属量5,286万トンの鉄鉱と銅金属量9,344トンの随伴銅鉱を提供したことになる。この鉄鉱床は 相当量のコバルトも含んでいる。鉄床の鉄

品位は高く 平均 Fe 品位は51%を少し越え 採掘条件も被選鉱性も良い。すでに山東省における第8次5カ年計画での開発鉄床に組入れられている。

徳夫 維利 友芳（中国地質報 1988. 4. 18）

江蘇省金壇・丹徒地区で大型岩塩鉱床

華東石油地質局が江蘇省の金壇県 - 丹徒県の域内に広がる一大型岩塩鉱床の発見とその鉱量（粗鉱量57億t 岩塩量37億t）などについて公表した。

華東石油地質局は「総合探査」という方針を貫き 上記の域内での地質調査の実施中に7本の調査ピットから岩塩層を発見し 同層の分布面積が47km²で 賦存深度が浅く 層厚が厚く 品質が比較的優れ 稼行価値が高いことを確認した。

現在 華東石油地質局は精密探査と開発テストを進めながら金壇県人民政府と共同開発計画を練っている。

王喜根 姜福慶（中国地質報 1988. 5. 6）