

# 八幡平の地熱

中村久由

ここ数年 地熱開発を積極的におし進めようとする気運が 日本のみならず 近くは東南アジア 遠くは欧州・アメリカでも 急速に高まりつつある。大げさにいえば 世界的な流行とさえいえるかもしれない。2, 3の例を示そう。

北アメリカの The Geysers では現在 26,000 kW を発電しているが 拡張工事が着々と進み1970年には 80,000 kW になるという。近いところでは台湾の大屯火山の周辺で目下さかんに地熱探査が行なわれており 今年の3月ごろから 深度500mのテストボーリングがおこなわれる予定である。一方 国連も地熱開発には意欲的すでにトルコ チリー エルサルバドルに援助資金を出すことがきまり フィリピン 台湾も援助を望んでいるとのこと。

これらの中で日本は最も活発に地熱開発をとり上げている国の中に入るかもしれない。というのは 昨年だけで昭和山(地質調査所) 鹿部(北海道開発庁および道立地下資源調査所) 鬼首(電源開発) 那須(栃木県)の4地域で深度500mから1,000mのテストボーリングが次次とおこなわれたということからでも その辺の事情を知ることができよう。このほか八幡平で三菱金属株式会社が やはり地熱開発のためテストボーリングを行なう予定であったが 自然公園審議会の許可がおりずとうとう実施できなかった例もある。

このように内外を問わず地熱開発が叫ばれている最中に いよいよ松川でわが国初めての地熱発電所が運転に入ったことは わが国の地熱開発の歴史の上に特筆すべ

き一頁を書き記したといつていいであろう。さらにこの夏には大岳で九州電力株式会社が 発電所の竣工式を挙げるようになっており これでもわが国も 名実ともに世界の仲間入りをしたといつてはばからないものがある。

日本の地熱開発は 上で述べたように目下急ピッチで進められているが 今後の課題としては新規の開発地域を探し出して行かねばならぬこと 既開発地域の拡張を図らねばならぬことなどの事柄が挙げられる。

もともとわが国の地熱地域は 第四紀の火山地帯に多く分布するため 地熱開発に当たってもたんに地点的な開発調査だけにとどまらず 広域的に 地熱の分布 地熱と火山活動・地質構造との関係などの問題を究明する必要がある。いうなれば このことは火山活動の場における地熱の地質学的位置をはっきりさせ 地熱開発を有利に進めるための材料に資する ということである。

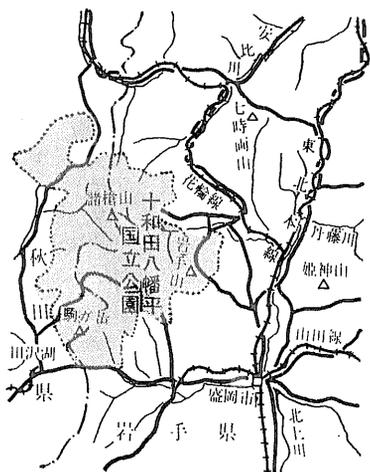
しかし 現段階では わが国の地熱に関する調査研究はまだこの域まで達していない。そこで1つ 今後進むべき方向への問題の投げかけとして これから八幡平の地熱を取りあげてみたいと思う。もちろん この八幡平の中には 昨年から発電を開始した松川を始め 滝の上 後生掛などの優秀な地熱地域も含まれるので これまで知られている各地域の調査結果や問題点なども併せて紹介することにしたい。

## 火山活動の場としての八幡平

改めて説明するまでもなく八幡平は 秋田・岩手の県境にまたがる一大火山高原地帯であつて この北にある十和田湖を含め十和田・八幡平国立公園(面積35.762ヘクタール)に指定されている場所である。

ここでとりあげているのは 十和田湖を除くいわゆる八幡平地域であるが 概念的には 八幡平火山(1,613m)で代表される狭義の八幡平高原 岩手山(2,041m) 秋田駒ヶ岳(1,637m)で囲まれた区域とみてよい(第1図)。

さて この八幡平には大小無数の火山がある。ざつと数えても 10ほどあるが(第2図) その大部分は第四紀の中でもいわゆる古い火山であつて? 現在活火山として取り扱われているのはわずかに岩手山 秋田駒ヶ岳 焼山の3山にすぎない。もちろん このように火山の密集地帯だけであつて 噴気・温泉等の地熱徴候もまた少



第1図 十和田・八幡平位置図

なくない。その数は約25に達し その中の13ヵ所は噴気孔や 水温90℃以上の温泉をもつ地域であるから まさに日本の地熱のメッカと呼ばれてもその名に恥じない場所ということができよう(第2図)。

さて それではなぜこの八幡平にこれほど多くの火山が密集しているのかという疑問が生まれてくる。東北日本の脊梁山地に沿って点々と第四紀の火山が分布しているが この地帯ほど火山がよく集まっている場所はほとんどない。結局 これは 火山が生成しやすい地質構造上の条件に深いつながりがあるということになるのであろうがそれでは 地質構造上の条件とは何かという問題が引き続き浮かび上がってくる。

この点については こと八幡平に関する限りまだ定説がないようである。もちろん 日本各地の火山と基盤構造との関係についても 今までのところあまりはっきりした意見が述べられていない。その理由の1つとして八幡平のように第四紀の新しい火山におおわれているところでは 熔岩や火山噴出物などによって広大な地域が埋めつくされ 基盤岩層の分布や構造が仲々つかみにくいという点がわざわざしているためであろう。まして 日本列島の骨格をなす基盤の花崗岩まで含めた深部構造の問題になると全くお手上げとって過言でない。

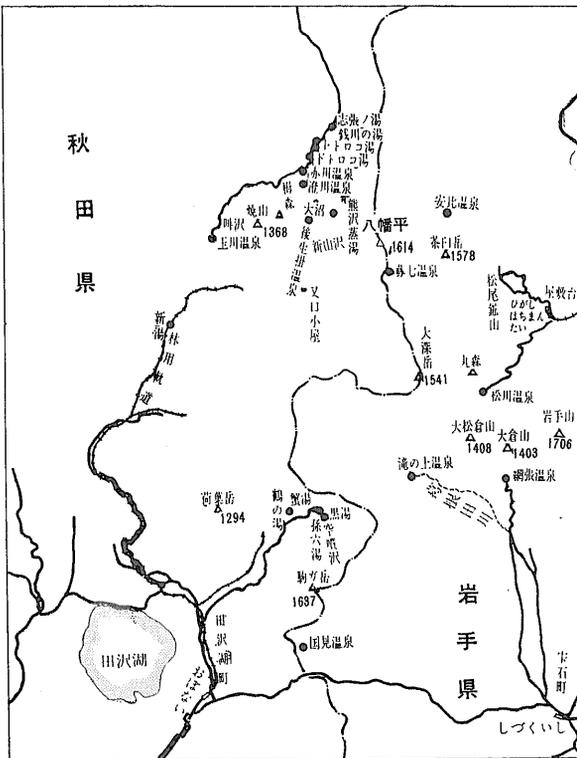
そこで 八幡平付近一帯を含む広い地域内で 地層の

分布や断層の分布などから なにか基盤の深部構造を暗示するような特徴がみられないものかという考えが浮かんでくる。

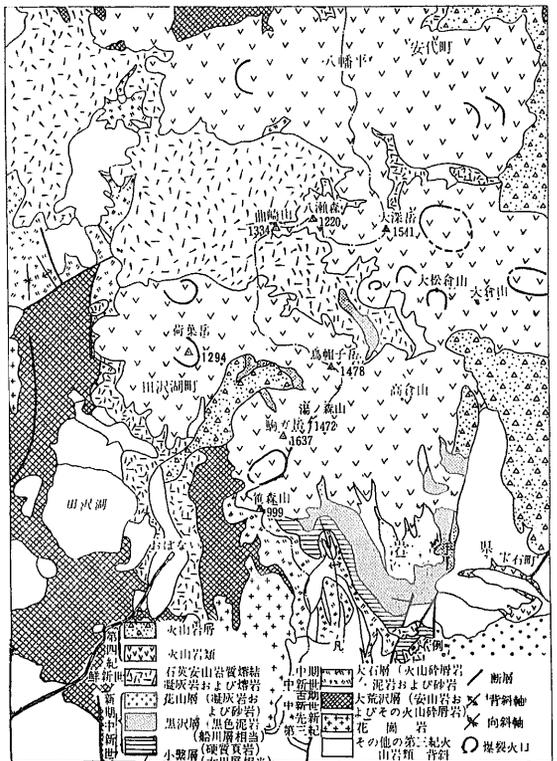
このような考え方を検討するためには できるだけ広い範囲の地質図が欲しいので ここでは20万分の1の「秋田図幅」を参考にしてみよう(第3図)。

まずこの付近一帯の地質状況を見ると 古い花崗岩が八幡平の南側に北西—南東の方向をとって露出し 主としてこの地帯に大荒層とか大又層と呼ばれる 下部の緑色凝灰岩層や大石層として分類された上部の緑色凝灰岩層が分布する。これから上部の地層は 花崗岩や緑色凝灰岩類で構成される地帯を境として その西と東でその分布がかなり異なる。西側のもはいわゆる裏日本の石油地帯に広くみられるものの一部であるが 東側ではむしろこの西側の分布から隔絶されたような状態で八幡平地域の外縁部にしか見当らない。しかもこの地層は裏日本の船川層相当の地層が大部分を占め その前後の地層の発達は良好でない。代りにこの地層を被って熔結凝灰岩が八幡平火山地域の周辺に広く分布することが特徴的である。

このように船川層相当の地層が八幡平の周辺にしかみられず かつその広がり前記の花崗岩地帯に平行して北西—南東方向に延びることは 緑色凝灰岩堆積以後の基盤の運動を暗示する意味で注目を引く事柄のように思



第2図 八幡平火山温泉分布図



第3図 秋田地質図

われる。すなわち緑色凝灰岩の堆積後にこの地帯全般が陸化したにもかかわらずその地帯の中に船川層相当の地層が堆積するような環境すなわち窪地が取残されたことを意味するからである。この凹地が陥没によって生じたものかどうか分らないがともかく基盤の造構造運動に関係ある地質現象と考えて筋の通らぬ話ではない。さらに引き続きほぼこの地域をおおって熔結凝灰岩の分布をもたらした第三紀末期の火山活動そして第四紀に入ってから旺盛をきわめた八幡平一帯の火山活動という系列を組み立ててみると北西一南東方向に潜在する基盤の断裂帯が直接間接八幡平地域の地質条件を規制する上に見逃せない因子の1つであるように思われるのである。

一方東北大学の北村信助教の調査によればこの八幡平一帯で上記の北西一南東の方向性に加えて北東一南西方向に走る構造線が幾つか追跡されるという。この事がらもまた基盤の深部構造を反映するあらわれの1つとみられるのであるが結局今まで述べてきた話を取りまとめてみると八幡平地域が火山活動の場としてわれわれの注目を引く裏には幾つかの理由がひそんでおりとくにこの地域は花崗岩を含む基盤に発達した2方向の構造帯あるいは断裂帯の交差した地帯に当り火山活動の開始に先立って凹地であったという形跡が残されていると要約できる。

はたしてこのような深部構造をどるものかどうかは今後地質調査のみならず重力探査などでチェックする必要があるが一応このような見方がなり立つものかどうかについて。なお広域的に他の火山・地熱地帯を検討してみることもあながちむだとはいききれずむしろこのような作業仮説の中から問題を解く手掛りが得られる可能性が大きいように思われるのである。

### 地熱活動の場としての八幡平

八幡平が東北日本のみならず日本全体でも代表的な第四紀火山の密集地帯であることはすでに述べた。従ってこれらの数多い火山の生成に結びつく岩漿の活動が八幡平を同時に地熱活動の場として出現させたことも考えてみれば別に不思議なことではない。

ただ八幡平一帯に分布する噴気・温泉群がどの火山を熱源としどのような地質構造ないし地質条件の下でその分布が規制されたかという問題になると事態はそう簡単なものでなくなる。

しかしいずれにせよ八幡平の噴気・温泉群をなんらかの形で分類して示した方が八幡平の地熱活動を理解する上に便利のように思われるので5万分の1地質図

幅「八幡平」に示された火山の区分けにしたがって火山活動と噴気・温泉群とのつながりを次のような形で分けてみることにする(第2図および第3図)。

焼山火山に伴うもの…焼山頂上の噴気\*・玉川\*・叫沢\*  
 梅森火山に伴うもの…後生掛\*・蒸湯\*・新山沢\*・大沼\*・澄川\*・赤川\*・下トロコ\*・上トロコ\*・鏡川  
 八幡平火山に伴うもの…藤七\*・安比  
 丸森火山に伴うもの…松川  
 大松倉火山(?)に伴うもの…滝の上\*  
 犬倉火山に伴うもの…網張\*  
 新岩手火山に伴うもの…鬼ヶ城の噴気\*  
 荷葉火山に伴うもの…大釜\*・空噴\*・黒湯\*・孫六\*・蟹場・鶴の湯  
 秋田駒ヶ岳火山に伴うもの…国見  
 注) この他 熊沢川の支流(鏡川の下)に志張 玉川の中流に湯場があるが 熱源とのつながりは明らかでない  
 注) \*は噴気・高温温泉地域

これらの噴気・温泉群と基盤の地質構造とがどのような関係にありいかなる条件の下で地表に湧出するに至ったかという点についてほとんど未解決のまま取残されている現在これ以上立入って論議することができないがこの問題は結局各地域における調査研究の集積によって漸次明らかにされるものと思われるのでここではこれまで知られている幾つかの地域についての地熱に関する情報や問題点を紹介し今後の参考に供したいと思う。

### 玉川・叫沢

八幡平国立公園の西北側にあり活発な地熱地域である。玉川温泉はわが国でも珍しい塩酸性の温泉であって通称大噴と呼ばれる湧出口から流れ出る熱湯が玉川毒水の名で下流の田沢湖や水田に悪影響をおよぼした話は有名である。またラジウムを含む北投石の産地としても知られている。玉川温泉は地熱の場所というよりその水質に特徴あることから地球化学的研究の対象となりこれまで多くの研究結果が発表されている。地熱開発という立場からみた場合塩酸を含むような火山性温泉の場所ではたして利用に耐えられるような地熱産物が得られるかどうか大きな問題であろう。

叫沢はこの玉川の北東側にある噴気地域でおそらく玉川温泉と同じ地熱活動に由来するものとみられる。

これまでこの地域の地熱開発調査はほとんど行なわれていなかったが次に述べる後生掛 蒸湯と併せて三菱金属株式会社が今年から基礎調査のためのボーリングをおろす予定であるからその結果をみまもることにしたい。

後生掛・蒸湯・澄川

焼山を中心として玉川・叫沢の反対側に 後生掛・蒸湯・新山沢・大沼・澄川等の一群の噴気地帯がある。花輪線の八幡平(旧小豆沢)から玉川温泉に通じる自動車道で道路から離れ やや奥まったところに位置するため かつここへ行くには徒歩によらざるを得なかったが 最近有料道路が出来上り 座ったままで後生掛・蒸湯まで足をのばすことが可能になった。将来この道路は八幡平を越えて松川に通じるという。ここは八幡平国立公園の中でも特に客の誘致に熱心なところであるが それだけに泥火山の存在や 八幡平登山の基地として知られているのみならず 焼山から玉川へ抜ける山道 玉川へ通じる自動車道路に沿う新緑や紅葉時の眺めにはすばらしいものがある。

地上における熱徴候の分布からみても この地帯に包蔵される地熱資源の豊富なことは容易に想像されるが これまでその場所がやや不便なことがわざわざほとんど地熱の調査が行なわれずにいた。しかし 三菱金属株式会社が亜鉛の製錬用電源として八幡平地域の地熱に着目し 一昨年から 後生掛・蒸湯を含むこの地域一帯で地質調査 物理探査を行ない近くテストボーリングをおろすはこびになっている。

ただ この地域は国立公園に指定されているため自然保護のためまえからすれば 大幅に自然の風致をそこねることが考えられるので 厚生省でもボーリングの実施に対してきわめて慎重な態度をとり 昨年一年ボーリングの許可申請について再三検討会を開いたものの結論を得るまでに至らなかったが 近く回答が出される模様である。従って三菱金属も昨年はボーリングによる調査を見送らざるを得なかったが 今年はこの地域にメスを入れることになる。

後生掛・蒸湯地域における地熱の問題はやはり 地熱

の在り方 すなわちどのような地質条件のところに地熱が貯っているかということになるように思われる。この地域は焼山火山 八幡平火山の熔岩や火山噴出物におおわれているため 基盤の地質構造がなかなかつかみにくいという難点がある。すなわちこの地域に接して北側の熊沢川に沿って下部の緑色凝灰岩層が露出し 玉川支流の湯田又川沿いに上部の緑色凝灰岩層に相当する地層が小範囲顔を出しているに過ぎない。また 5万分の1地質図幅「八幡平」を開いてみると 滝の上 松川でみられる船川層相当の山津田層は この付近では欠除しているようであり 松川で地熱の貯溜層の役目を果たした玉川熔結凝灰岩もこの地域まで広がっているかどうか疑問である。

そうなるこの地域は 緑色凝灰岩層の上に焼山火山 八幡平火山の熔岩や噴出物がおおうという単純な重なり具合になってしまいが いずれにしても有力な地熱が得られるかどうかは 基盤の緑色凝灰岩の中の地質構造いかにかかっているような感をうける。

いずれにしてもこの地域は八幡平の中で地熱の豊富な場所の1つと考えられているところだけに 三菱金属株式会社の今後の調査に大いに期してまつべきものがある。

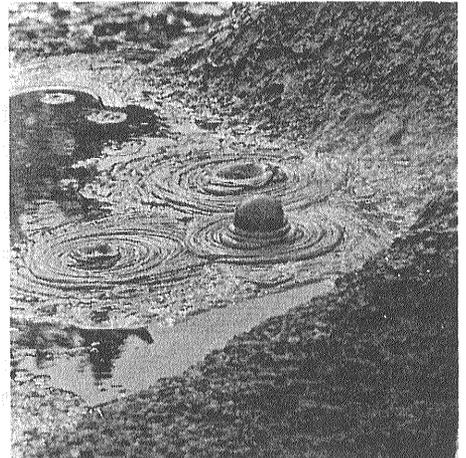
藤 七

樹氷で名高い冬の八幡平の話題に必ず出てくるこの藤七温泉もまた噴気地域であって 標高1400mの高所にある。かつて松尾鉱山が宿舎に引く温泉を造成するためこの付近の地熱を利用する目的で数本のボーリングをおろしたことがある。

もちろん この付近一帯は全く八幡平火山の熔岩におおわれたところなので 地質状況の詳しいことは分らないが一見かなり広い範囲に 地熱が包蔵されているようにみえるので さらに詳しい調査を行なってみる必要があろう。ただ場所が不便なことが欠点である。



後生掛温泉の泥火山全景



後生掛の泥火山

## 大釜・黒湯・空噴<sup>からがき</sup>

八幡平国立公園の南に近く 田沢湖のちょうど北東方向に当たるところに一群の噴気・温泉群がある。この地熱地域は荷葉火山と秋田駒ヶ岳との境に入りこんだ谷間に位置するため 両火山の噴出物 崖壁さらに段丘堆積物等で厚くおおわれ 基盤の船川層相当の第三紀層がほんのわずかに露出するに過ぎない。したがって 地質構造もつかみようにもない有様である。

この地域についてはまだ詳しい調査が行なわれていないので 地熱の規模についても推測の域を出ないが 大釜・黒湯・空噴等を含む噴気地帯がかなり広汎な範囲に広がっており今後の調査に期待のもてる場所である。

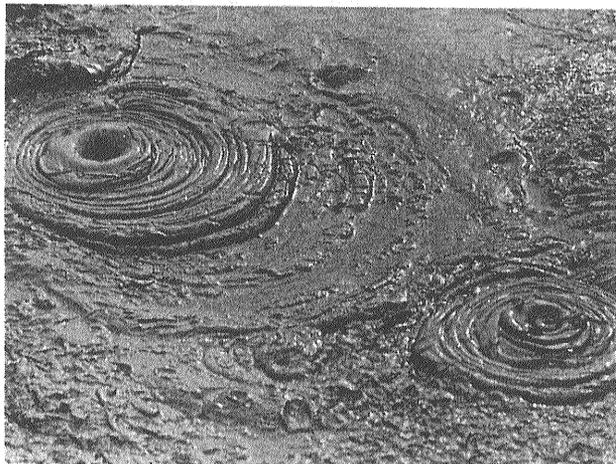
## 滝<sup>たき</sup>の上

岩手山の南側に美人の産地で名高い雫石という町がある。北上川の支流の雫石川はさらにここで二股に分かれその1つは 岩手山の南麓に沿って深く北方に流路を刻み葛根田川となる。

滝の上の地熱地域は この葛根田川上流の鳥越の滝と呼ばれる高さ15mほどの滝のすぐ上にあり 場所の名をとって滝の上と名づけられたという。

この地域は 雫石の町から約20km離れており その昔はバスを利用して8kmは林用軌道に沿って歩かねばならぬという僻地であったため 湯治の人や八幡平を縦走する登山家しかその名を知らぬほどわびしい温泉地であったが 松川の開発調査が始まるや否や 調査する者にとってはこの場所を注目せざるを得なくなった。

というのは この滝の上の地域では 船川層相当の第三紀層や それをおおう熔結凝灰岩が川沿いに広く露出し しかも噴気・温泉群はこの第三紀の海成層の中から盛んに湧出しているためである。いいかえると松川の地下に潜在する地層に関する情報が大部分この滝の上の地域から得られる という有利さえ備えていたからである。



後生掛の泥火山

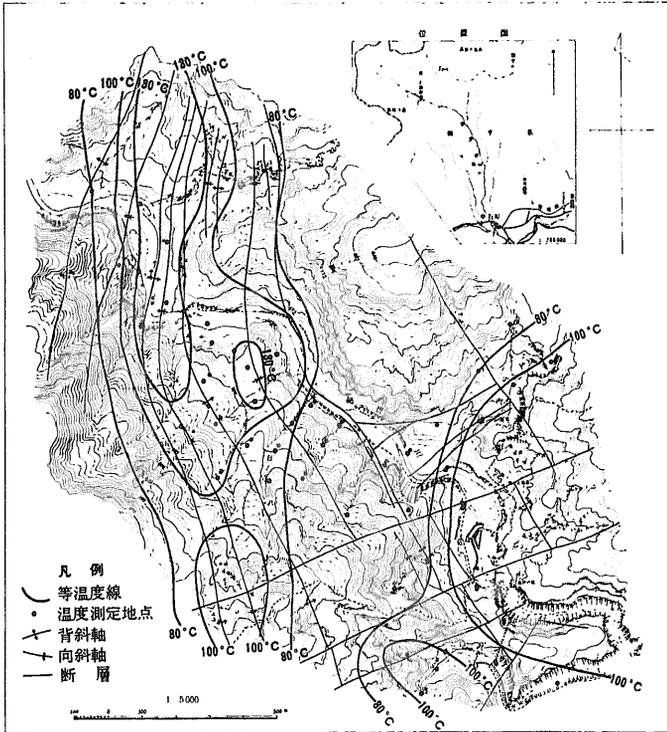
昭和33年以来 筆者らはこの地域の調査を続けてきたが ここでは細かい説明は抜きにしてその要点だけを記そう。すでに述べたように この地域は山津田層とその上の熔結凝灰岩からなり 断層を伴う背斜構造で特徴づけられる。船川層相当の山津田層は上から頁岩 砂岩 凝灰質砂岩 礫岩 そして硬質頁岩と大別されるが どの岩相も堅くしまっており 帯水層の役割りをはたすほど空隙率は高くない。構造は複雑で 北西—南東 北東—南西方向に卓越する2方向の背斜軸や断層が入り組んで発達する。地域の南側すなわち北東—南西方向の構造が発達するところに噴気地域があり 滝の上温泉の聚落もここにある。温泉は至るところから湧出しとくに上流の河岸から沸騰した温泉が点々と流れ出ている。ざっと数えて90個所の湧出地点が確認されていることからみても 地熱活動の活発さは察してなお余りあるものがある。

このように 滝の上地域の地熱は 第三紀層の中にたくさん地熱徴候をもつということで特徴づけられるが これらの地熱徴候の分布と地質構造との関係を調べる目的で 深度30mの孔を掘り地下温度の測定結果から孔底温度の分布状態を示したのが第4図である。

この孔は全部で50本ほどになるが 場所によって必ずしも 30mまで掘れてはいないので 正確に深さ30mにおける温度分布図ではないが 130°C 100°Cの等温線を書いてみると この地域を特徴づける背斜軸に沿って高温帯が広がっていることが非常にはっきり出ている。しかもただか 30m程度の深さで最高141°Cを記録しているので 高温の熱水が地表でごく浅いところまで近づいていることも察するに難くない。

結局 滝の上地域は後で述べる松川などと違って 背斜軸やそれに伴う断層の破砕帯に沿って地熱が貯えられ しかも帽岩をもたないような場所であるといえる。このようなところでは地熱の溜りになる破砕帯の規模が小さければ おそらく開発しても量を得ることに余り期待がもてないように思われるが 滝の上の場合には東側 西側の高温帯がいずれも広い範囲を占めているので 上で述べたような心配はまずないとみてよい。

しかし いずれ地熱の在り方と地質構造との関係を確かめ かつ噴出した熱水なり蒸気なりがどの程度の量をもつかを調べるためには どうしてもボーリングをおこなう必要がある。地質調査所では 早くからこの地域でテストボーリングを行なう予定でいたが 前にも書いたように その当時 まだ機械の運搬が困難なほど道路が整備されていなかったので 当分見送りになって



第4図 滝の上地熱地域地下温度分布図

いたところ 昨年 温泉まで広い道路ができたので 昭和42年度には深さ500m くらいのボーリングをおろすことが計画されている。

滝の上は 地熱活動の点において松川や後生掛に負けをとらぬところである上に 幸い比較的地質構造のつかみやすい第三紀層の中に地熱が貯溜されているところであるから 今度ボーリングをおろしてみれば実際開発できる場所であるかどうか知る上に かなりはっきりした見通しが得られるであろうし もしその結果がよければキャップロックをもたない地熱の場所という意味で新しい地熱地域の型の1つになるかもしれない。

#### 松川

松川については これまで何回も報告されているので改めてくどくど書くことは止め 発電所の運転が始まった昭和41年10月当時の模様と 生産井4本の資料から得られた松川の地下構造 さらに今後の問題点などを 主として地質の立場から述べてみることにしたい。

4本の生産井は すでに昭和40年9月に掘り上り(第5図) 20,000kW 発電の見通しがたったので その秋から地上設備の建設に移り工事は着々と進行した。もちろんその裏には発電所や冷却塔の基礎固め 変圧器などの重量物運搬にまつわる苦心談など数え切れぬほど多く

の苦労が秘められている。

かくして地上設備の方も昨年の夏頃には完成したが たまたま3号井のケーシングに亀裂が生じるという不慮の事故が発生し 急拠その改修工事を行なわざるを得なくなった。また4号井も原因不明のまま期待する程の量が得られない状態であったため とりあえず1号井 2号井の蒸気だけを用い 昭和41年10月8日から9,000kW で営業運転を開始 10月12日に発電所の竣工式を行なって日本で初めての地熱発電がここに実現したのである。

その後 3号井の改修も順調に進み 昭和42年に入って間もない1月20日噴出に成功 その結果によると少なくともかつての1号井程度の量は下るまいという話である。

問題は4号井であるが 掘削当時の記録から判断すると 温度 地質条件ともに他の3本の井戸と大差がないので かなりの量を噴出する筈であるにもかかわらず まだその噴出量は十分とはいえない。目下 その原因を究明中であるが 逐次 量が増してきているのでいずれ3号井と共に近く戦列に加わることになる。

ともあれ 日本の地熱発電もいよいよ世界の仲間入りをしたことは これまでの苦労が実を結んだことであり 祝福すべき事柄といていいであろう。

さて それでは松川の地下構造はどうなっているのだろうか。

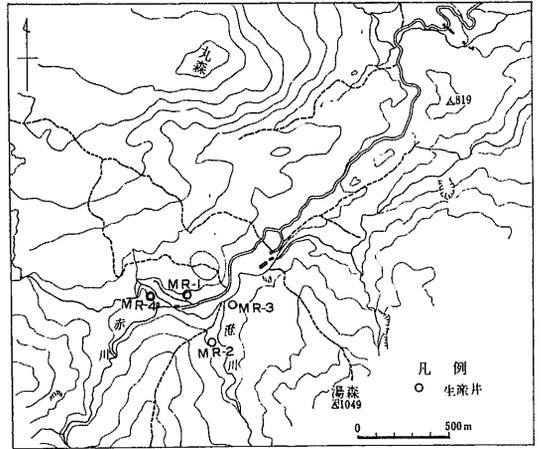
これまで掘られた4本の生産井(深度945~1500m)のコアを整理すると 松川の地下は 上から松川安山岩 玉川熔結凝灰岩層 山津田層 緑色凝灰岩層の順に重なっていることが分る(第6図および第1表)。

このうち松川安山岩は厚さが160mほどあり 松川の上流や支流の赤川沿いではひどく変質作用をうけているが 生産井を掘った付近になると比較的岩石が新鮮であり また孔底温度も低くその下の玉川熔結凝灰岩に近づく頃から急に温度が上昇する。この説明から判るように松川安山岩は開発地域に関する限りいわゆるキャップロックの役割りを果たしているといえる。松川にはもともと地熱の徴候が少なかったところであるが このことも このような仕組みになっていたと考えれば よく理解できるであろう。

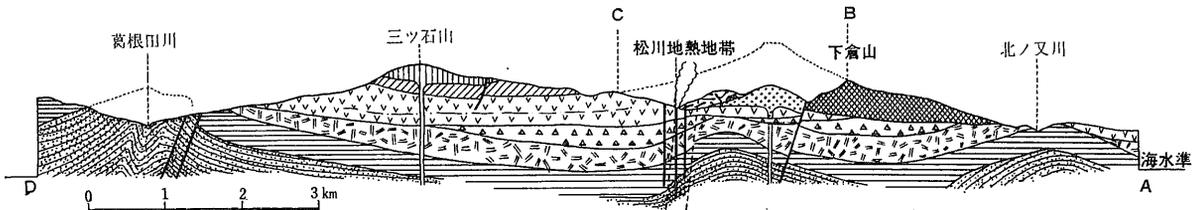
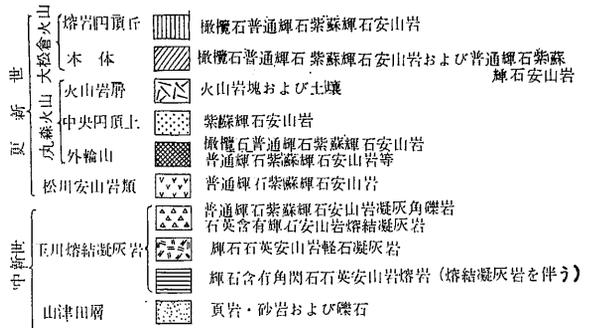
次の玉川熔結凝灰岩は厚さが約800m という厚いもので総じて上部は比較的凝灰質の岩石からなり 下部はよ

く熔結した堅い熔岩状の石英安山岩からなる。 かつて松川でAR-I (深度 325m) BR-1 (深度 450m) という井戸を掘ったことがあるが この程度の深さでは凝灰岩が大部分を占め浅い地下水の影響圏内にあるという悪条件に加えて 凝灰岩が変質して粘土化しむしろ不透水層に転じたという理由もあって 結果的に蒸気を得るまでに至らなかったという例がある。 しかし滝の上付近の露頭から推定すると 450m から下に堅い石英安山岩がくる筈であり かつAR-1 BR-1でもクラックはむしろ堅い岩層の中にあることが電気検層の結果などから判ったので その後に掘ったBR-2を深度570mまでのばし 安定した蒸気を得たのである。 この結果からさらに下部を掘ればもっと多くの蒸気を得られるであろうし その下の山津田層にも熱水が貯溜されている可能性が予測されたので生産井を掘るに当たって深度1200mは必要であろうという数字が生まれたのも このような理由があったからに他ならない。 もちろん この時点では まだ山津田層までの深さ 山津田層自体の厚さについては十分確かめることができなかったが その判断の基礎となったのが地震探査による解析の結果である。

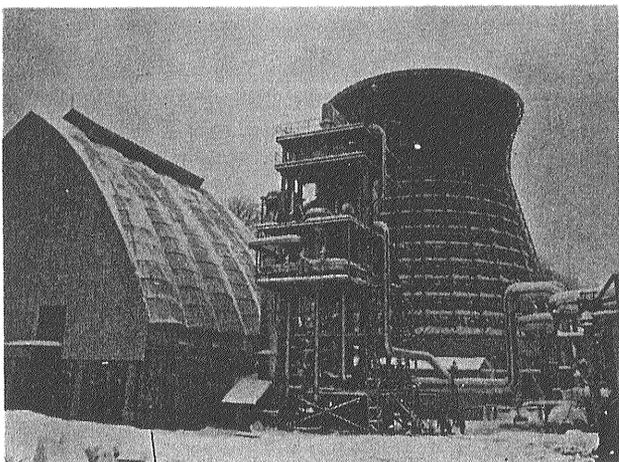
その後 実際に玉川熔結凝灰岩層の中を抜いてみるとほぼ水平に近い熔結面 (welding plane) が大部分のコアにみられ その隙間は十分 熱水の通路や溜りになりうるほどのものであったので 堅い石英安山岩の中に横



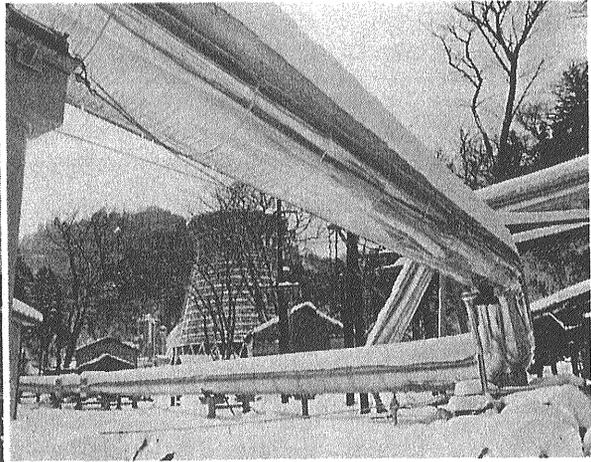
第5図 生産井位置図



第6図 松川地熱地帯地質断面図



松川地熱発電所と(右)冷却塔(高さ46m 直径45m)



松川地熱発電所のパイプ・ライン

第1表 松川地熱地帯層序表

時代	地層	厚さ (m)	岩相
更新世	火山岩層	25	火山岩塊 および土壌
	松川安山岩類	150	普通輝石紫蘇輝石安山岩輝岩
中後 新 世	玉川 熔 結 凝 灰 岩	T <sub>8</sub>	安山岩凝灰角礫岩
		T <sub>7</sub>	安山岩輝岩 石英含有輝石安山岩 輝岩凝灰岩
		T <sub>6</sub>	安山岩凝灰岩
		T <sub>5</sub>	石英安山岩熔結凝灰岩
		T <sub>4</sub>	凝灰質礫岩 石英安山岩熔結凝灰岩
		T <sub>3</sub>	玢岩岩脈 頁岩
		T <sub>2</sub>	凝灰質礫岩
		T <sub>1</sub>	石英安山岩熔結凝灰岩 異質凝灰角礫岩
		T <sub>0</sub>	黑色頁岩 凝灰質頁岩
		中期	山津田層

目のクラックが発達し その中に地熱が広がっているという考えは 決して間違いではなかったことが証明されたのである。

しかし玉川熔結凝灰岩層は火山性の厚い累層であるから 各の井戸での対比は容易でなく 地質構造をつかむことも困難であったが その下の山津田層まで掘り進めたことによって 松川の地下構造を解く手掛りが初めて得られたとって過言でない。 というのは 山津田層は海成の堆積物であるから 主として黑色頁岩や砂岩・頁岩の互層からなり コアの上で他の地層とはっきり区別できたからである。

ところで山津田層までの深さであるが 実際に掘ってみると 各の井戸でみなその深度が異なり 松川をはさんで比較すると 北側より南側あるいは西側の方がより深くなるという事実が知られた。 もっとも2号井だけは山津田層まで達していないが 岩質上の特徴から山津田層の直上まで掘り進んでいると考えられるので 実質的には玉川熔結凝灰岩層の底とみてよい。 また1号井では山津田層を全部掘り抜かず黑色頁岩層の中で掘り止めている。

結局 山津田層の厚さの確かめられたのは 3号井と4号井とであるが 前者ではその厚さ25m 後者ではそれより厚いといっても100mにすぎない。 滝の土地域に露出する山津田層の厚さは少なくとも400m以上に達するという厚いものであるが 松川ではそれに比べはるかに薄い。 これはすでに述べたように この船川層相当の地層が八幡平地域一帯に堆積した時 松川付近はこ

の堆積盆地のへりに近かったためであろう。

さて山津田層までの厚さが判れば 次の疑問は山津田層上面の形がどうなっているかという点である。 ただここで問題になるのは 玉川熔結凝灰岩層と山津田層との間の関係であるが 滝の土地域では平行不整合であるから この両者の地層の傾斜が判れば 山津田層までの深さの違いも たんに傾斜に沿うためのものか あるいは断層の存在によるものなのかという判断が可能になる。 第7図は 山津田層上面の地下構造図を画いたものであるが たとえ傾斜に沿うものにせよ 断層が存在するにせよ いずれにしてもその走向は 第7図のコンターラインに平行して走ると考えることができる。

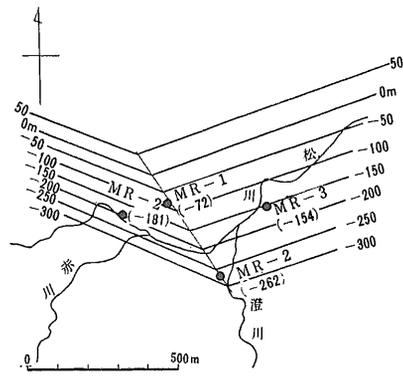
話は元に戻り 再び山津田層上面の形の問題になるが それを判断する手掛りは今のところ玉川熔結凝灰岩のコアをおいて他にない。 しかも注目すべきことは 前にも書いたように ほぼ水平に近い熔結面がその中でみられるということである。 もしこれが正しいとすれば熔結凝灰岩は水平に堆積したことになり 山津田層上面までの深さの違いは 各井戸の間に断層があり そのズレによって生じたとしか考えられない。 いいかえると現在の松川沿いに断層破碎帯があり 相対的に地層は南あるいは西落ちになっているという考え方である。 ここでまた1つ問題が生じる。 というのは それではこの断層は正断層なのか 逆断層なのかという点である。 前者であれば断層面は南あるいは西に傾斜することになり 後者であればその逆になる訳であるが この点については今のところ全く手掛りがなく 今後の解決にまたざるを得ない。

このように 松川沿いには断層帯が存在するという考え方が強く浮び上ってきたのであるが もしそうであるとすれば第7図から明らかなようにN75°Eの方向とN65°W方向に走る2つの構造の向きが交叉する部分もまた1つの弱帯になる可能性が生れてくる。 それが1号井と2号井を結ぶ方向になることは図の上からすぐ判る事からであるが この両井とも噴出量がきわめて多いことはいま上で述べた推定に符合しているためかもしれない。

次に 問題は山津田層自体の問題に移るのであるが その前に掘進中における逸泥現象について少し触れておかねばならない。 孔を掘る時 おもにスライムを運び出す目的で(地熱井の場合には孔内の冷却の役目もかね合わせて)一般に濃い泥水を循環水に使うのが普通である。 ところが掘削中 しばしば循環水が孔内から洩れることがある。 これはおもに岩盤中にキレツがあって

そこから逸泥するためであるが 場合によっては循環水が上までもどってこないほど多量に逃げることもありこれを全量逸泥と呼んでいる。

このような逸泥現象から 逆に岩盤中のキレツの個所を知ることも可能であって 地熱のボーリングでは 特に注意深く逸泥個所を抑えようと努力している。説明の途中なぜこのような話を持ち出したかといえば それは1号 3号 4号のように松川沿いに掘った井戸は何れも山津田層の中あるいは 山津田層と上の熔結凝灰岩との境界付近で全量逸泥が起きているからである。もちろん各井戸とも逸泥個所は何個所もあり 特に山津田層の中だけとは限らないが 全量逸泥するほど多量に泥が逃げたのは 山津田層近辺になってから起ることという事に注目すべき何物かがあると考えられるのである。しかも逸泥の量の多寡がクラックの規模の大小に関係あるとすれば 山津田層および山津田層と上の熔結凝灰岩層との境付近の地層中に非常に透水性の大きなクラックが発達していると考えられる。もちろん 山津田層そのものは大部分 黒色頁岩を主体とする地層であるからもともと帯水層といえるようなものではなかったであろうが 上で述べた断層破砕帯の範囲に挟まれた部分の山津田層は 断層運動の際特に破砕されやすくザク層のような透水層になったのかもしれない。いずれにしても山津田層に入ってから逸泥個所が 逆に多量の蒸気を噴出させるものになっているはずであるから 少なくとも現在の開発地域内では この山津田層が有力な地熱の貯溜層に当たるとみて大きな間違いはないと思われる。2号井の場合は 特に著しい逸泥個所はなかったが 噴出後漸次蒸気量が增加するという現象を呈したことから考えると 噴出中に孔底と山津田層の貯溜層との間に通路ができたということも考えられよう。この貯溜層に送りこまれる熱水ないし蒸気はもともと

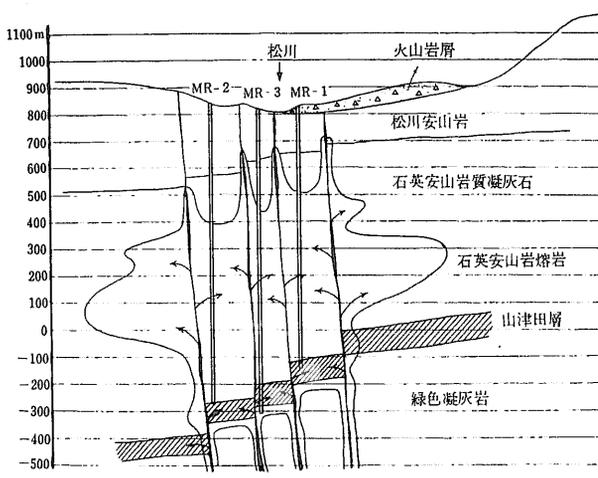


第7図 松川地熱地域構造等高線

断層破砕帯を通路として下方から供給されたものであろうが 実際掘さくしてみると 山津田層の下部に当る緑色凝灰岩層の中では ほとんど逸泥個所が認められない。

松川の地熱の主体が浅いというよりむしろ 1000m前後という深いところにあり しかもその深さでの温度が260°C前後という高温を示し どの井戸もほとんど失敗なく多量の蒸気を得ることに成功したということも 考えてみれば どの井戸も断層そのものにうまく当たったというより 山津田層の貯溜層が断層破砕帯の中に水平的に広がっていたというきわめて有利な条件が幸いしたということができよう。もちろん 熔結凝灰岩の中の横の割れ目も無視する訳にはいかないが もしこの横の割れ目だけから蒸気を得られたとしても 50トン/時とか60トン/時 とかいう世界の平均値を上回る量が得られるかどうかは疑問である。

第8図に模式的な松川の地下構造を示したが 地熱の在り方は一見 イタリアのラルデレロのそれに似ているようにみえる。それだけに今後 断層破砕帯の広がりを追跡し山津田層までのテストボーリングを行なってみれば これからまだまだ地熱の開発は可能であるという楽しみがあるというものである。



第8図 模式地下断面図

以上 八幡平の地熱の概要を説明したが すでに開発地域として名乗りを上げた松川においても 今後さらに外側に開発の範囲を広げて行くことになるであろうし これから手をつけようとする後生掛 滝の上もまた松川に勝るとも劣らぬ有望な地域の感がある。さらに まだ十分調査が行なわれていないとはいえ 黒湯一帯も有力な候補地域に数えてもいいであろう。

たまたま八幡平は国立公園の地内に入るため 自然保護法に抵触する面も出てくるが 自然の景観を損なうことなく かつ産業観光的な長所を取り入れて 将来この地帯が第2のラルデレロになる日が近いことをおおいに期待して止まないものである。

松川に関する事がらとしては この他変質帯の問題や噴出物の化学成分 上で述べた破碎帯の生成と火山活動との関係などなお多くの問題が残されているが 紙数が

つきたので これらについてはまた折をみて触れることにしたい。  
(筆者は応用地質部環境地質課長)

**早川部長・中村課長  
毎日工業技術賞受賞**

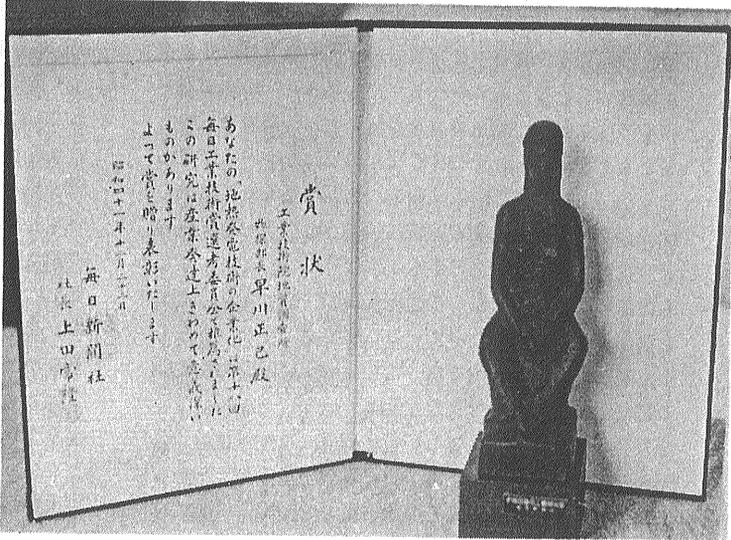
早川正巳物理探査部長と中村久由環境地質課長は 昭和41年12月22日「地熱発電技術の企業化」の研究業績で東化工株式会社の富岡重憲社長と共に毎日工業技術賞を受賞した。申請は23件あったが 技術の実用化 普及の実情 経済的な効果などの観点から検討が加えられ上記のテーマについては 以下次の理由 すなわち 昭

和33年以来岩手県松川地域で東化工株式会社と地質調査所が 地熱発電技術の完成を目指して研究に着手 地熱貯溜層の状態を明らかにすると共に地熱井掘削技術を開発し 4本の生産井によって毎時200トンの地熱蒸気を得る見通しがつき 昭和41年9月には2万kWの地熱発電所が完成した。

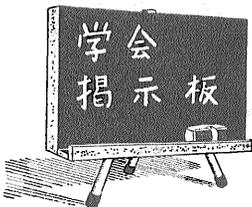
このように 地熱発電技術がわが国で確立されたことは 今後ますます産業の発達によるエネルギー需要を満たす上にきわめて重要な意義をもつ点が評価され 今回選衡されたものである。



毎日工業技術賞を受けた早川正巳物理探査部長 (左)と中村久由応用地質部環境地質課長 (右)



賞状およびトロフィー (中村課長も同文)



- ・ 窯業協会
  - 1. 昭和42年3月6日(月)~11日(土)
  - 2. X線の応用に関する講習会
  - 3. 名古屋市工業研究所 (名古屋市熱田区六番町3-24)
  - 4. 5. 東京都新宿区百人町3-334
- 窯業協会  
Tel 東京(03)-362-0551

- 4. 5. 東京都文京区東京大学理学部地理学教室内
- 日本第四紀学会

- ・ 日本鉱山地質学会
  - 1. 昭和42年4月18日(火)~20日(木)
  - 2. 第4回理工学における同位元素研究発表会
  - 3. 国立教育会館(千代田区霞ヶ関2-4)
  - 4. 日本地質学会 第43学協会共同主催
  - 5. 東京都文京区駒込2丁目28番45号
- 日本放射性同位元素協会員  
理工学における同位元素研究発表会運営委員会  
Tel 東京(03)-946-7111

- ・ 日本第四紀学会
- 1. 昭和42年2月4日(土)~5日(日)
- 2. 1967年総会および研究発表会
- 3. 東京教育大学(文京区大塚3-29-1)

- [注]
- 1・開催年月日      2・会合名      3・会場
  - 4・主催者            5・連絡先
- なお 掲載順位は 原稿到着順