

アメリカ西部地熱・温泉地域見聞記

はじめに

未利用熱エネルギー資源の1つである地熱の開発が最近 世界各国で大きく取り上げられており わが国でも 岩手県松川 大分県大岳地域で いよいよ昭和41年度から おのおの2万kW 1万kWの地熱発電が実現しようとしている折も折 天然資源開発利用に関する日米会議の中で 地熱の問題が取り上げられ 昨年末から両国間で地熱に関する資料交換 さらに技術交換の場もたれるようになった。筆者は 科学技術庁在外研究員の1人として この3月 約1カ月という短時日であったが 北アメリカの地熱地域～とくにカリフォルニア州およびネバダ州の一部～を見学する機会を得た。本文は 今回見学した10数箇所の地熱地域について 地熱の在り方 気象条件 温泉水の化学成分などの特長を 日本の地熱地域と比較しながら書き連ねたものである。

Menlo Park にて

アメリカの地質調査所は Washington D. C. に本部があり Denver(コロラド州)および Menlo Park(カリフォルニア州)にいわばその支所がある。温泉・地熱に関する研究は Menlo Park (サンフランシスコの南約40km)にある Geologic Division の Dr. Donald E. White が手がけており 同博士は 日米会議のアメリカ側地熱パネルの委員でもあるので 今回の旅行では 計画やら案内やらその他多くのことで Dr. White にすっかりお世話になったという次第である。Menlo Park の Geologic Division は 郊外の静かな環境にある二階建ての落ち着いた建物で 個人研究が多いという理由によるのかもしれないが 各人が個室で研究に打込んでいる様子は まさに研究所ということばがピッタリあてはまるという印象をうけた。 といつてグループ研究を全部やっていないという訳ではなく 現に Dr. White は 実験地質学の Dr. J. J. Hemley Dr. R. O. Fournier それに若い地質家の Dr. L. J. P. Muffler 等と組んで 多くの業績を残しており セクショナリズムに走るという風潮はみられないようである。話は少し脱線するが 筆者の滞在中 調査所および Geological Society of America 主催の Field trip があり 有名な San-Andreas Fault と New Idoria の水銀鉱山を見学することができたのであるが バス数台を連ね家族同伴(といっても

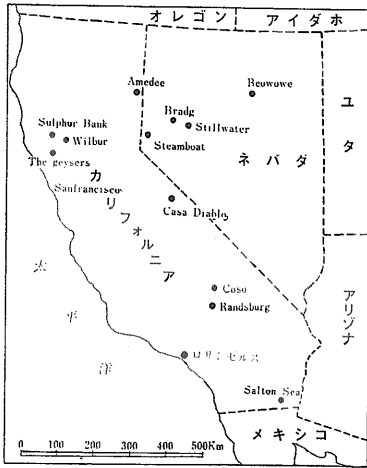
中村久由

おもに奥さんであるが)のこのピクニック風の野外見学は実に楽しいものであった。とくに San Andreas Fault の見学の際は コースの1つに有名な Almaden の葡萄酒が選ばれたので 昼食事には葡萄酒の振舞いがあったことも この旅行を楽しいものにさせた理由の1つであった。ともかく 短時日の滞在中に受けた感じでは 自分の研究に打込む一方 調査所全体が何のわだかまりもなく互いに協調しながら研究生活を楽しむ というまことにうらやましい雰囲気のように思われた。要は 研究所員のモラルと協調性という問題になるのかもしれないが 同じ地質調査所でも 海をへだてた向うとこちらでは大きな違いがあることだけは事実である。時が時だけに筆者にとって なおいっそう 強くそれを感じたのかもしれない。

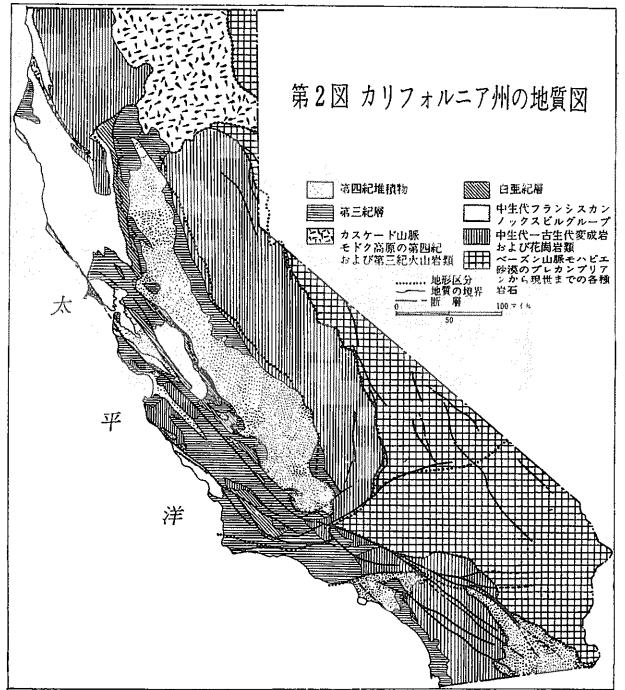
各温泉・地熱地域の概要

まず 今回巡回したコースを第1図に掲げた。もちろん カリフォルニア・ネバダ州の温泉・地熱地域はこのほかまだまだたくさんあり その数あわせて50を越すほどであるが 今回の旅行では これらの中からおもにこれまで 地熱開発の試みがなされた場所の大部分が含まれるように Dr. White がコースを選定してくれたわけである。

ついでに カリフォルニア州の大きな地質状況と地形区分を示しておこう。第2図がそれであるが 大きくみると Mesozoic-Palaeozoic の変成岩および花崗岩からなる Sierra Nevada 山脈を境にして その東には Pre-Cambrian の古い岩層が分布し その西側には Mesozoic の Franciscan Group および Cretaceous 地層がこの山脈の沿って配列し これらをおおって第三紀層がやはり帯状に発達する。大平洋岸に沿って丘陵性の Coast Range があり 上記の Sierra Nevada 山脈との間に Great Valley の低地があるほか San Andreas Fault も以上の方向に平行して走るといふように 北西-南東方向の構造が卓越しているが 一方この方向にほぼ直交する Garlock Fault によって一部地層 地形の配列がほぼ東西方向に転移するところもある。Sierra Nevada 山脈およびこの南に連なる Peninsula 山脈の西側は大むね気候が良好で雨も多く 果樹 野菜の生産地になっているが 上記山脈の東側は全く雨に恵まれず



第 1 図 回 点
第 3 地 巡 地



第 2 図 カリフォルニア州の地質図

みわたす限りの砂漠地帯である。

第四紀の火山は カリフォルニア州北側のカスケード山脈を構成する有名な Lassen 火山国立公園に密集しているが この他 Sierra Nevada 山脈の東側に沿って点々と Rhyolite dome あるいは Obsidian butte がみられる。一方 Coast Range には第四紀の火山はまれで 数える程度のものしかない。今回見学した地熱・温泉地域の大部分は Sierra Nevada 山脈東側の Rhyolite dome の周辺に存在するものであるが Coast Range にも地熱・温泉地域がないという訳でなく むしろ現在開発中の The Geysers などはその近くに第四紀の火山を欠き Coast Range の水成岩地帯に存在するという興味深い問題を含む場所である。

1. Salton Sea (写真 1)

メキシコに近い砂漠地帯の地熱地域で Salton Sea と呼ばれる塩分を含んだ湖の南東岸に位置する。

Salton Sea を含む Imperial Valley は 前述の San Andreas Fault とその西側に併走する San Jaciant Fault とに挟まれた陥没地帯で Salton Sea の水面は海水準下 240 フィートという低い場所にある。この地帯はもともと地溝性の陥没地であったらしく この Im-

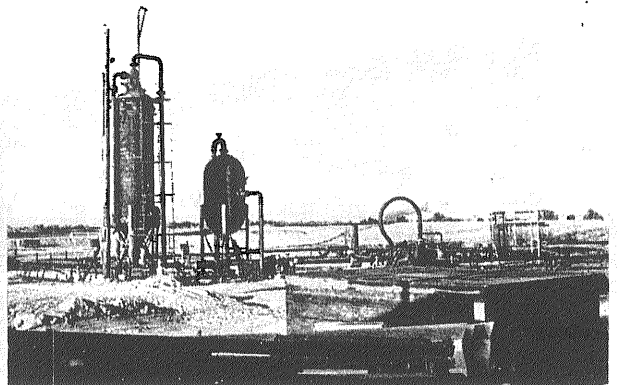
perial Valley を埋める堆積物はコロラド川のデルタであるといわれているが 地震探査の結果では中心部でその厚さ20,000フィート以上と報告されている位に厚い。

湖水の南東側は広い平地で 一部砂糖大根の畑がある他 さくばくたる風景である。ただこの低地の中で目につくのは Obsidian butte の存在であって その高さはせいぜい 100 フィート程度にすぎないが ほぼ北東-南西方向に5つの dome が配列している。その一部で基盤の堆積物をもち上げ 熱変質を与えている状況は昭和西山によく似ており 時折 わずかながら噴気孔の在在もみられる。K-Ar 法によれば 今から5万年前に生じた非常に若い火山活動の産物であるという。

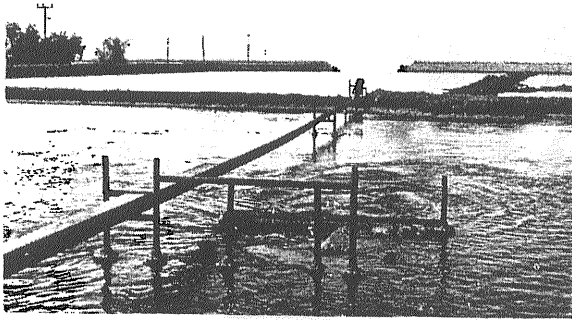
Salton Sea の南東部が地熱地域として注目されたものは 5つの dome の最北端の Mullet Island を通り 北西-南東方向に連なる泥火山の存在による。さらに



① Salton Sea 地 熱 地 域
正 面 に 噴 気 井 が み え る



② Salton Sea 地 域 II D-No. 1 井 の 分 離 装 置

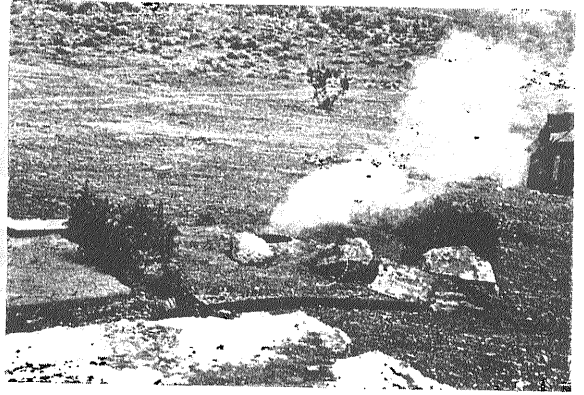


③ Salton Sea 地域 River Ranch 井の噴出熱水

この北側にも上記の泥火山に平行して mud pot が分布するが これらの多くは現在 湖水水位の上昇のため水でおおわれてしまい残っているものも昔ほど高い温度を示していない。1927年 初めて地熱開発のためボーリングがおこなわれたが この時はよい成果が得られず その後副産物の炭酸ガスの採掘に重点が移り 1932年から1954年にかけて200~700フィート程度の浅い井戸が50本以上掘られた。この炭酸ガスでドライアイスを作ったそうであるが 現在は全く稼行していない。

その後1957年に 石油の試掘で 4700フィートまで掘ったが やはり 思うような成果が得られなかった代りに蒸気を混えた熱水が噴出し 現在の地熱開発の口火となったのであるが 地熱開発目的のボーリングが本格的に始まったのは1960年からで 現在3つの会社が各々開発調査を進めており 深度はだいたい4000フィート以上深いもので 8100フィートにおよぶものが5マイルにわたって10本あり 筆者が訪れた時には このうち2本を噴出させ計量などの試験中であった(写真2 3)。

Salton Sea 地域の地熱は 広域にわたって地下温度が高く(孔底温度は370°Cに達するといわれている)蒸気量も1本で5,000~14,000kW 相当の容量をもつといわれるほど Potential energy の大きいところであるが次に述べるような幾つかの問題を含むため まだ開発段階に至っていない。その1つは 噴出する熱水が異常

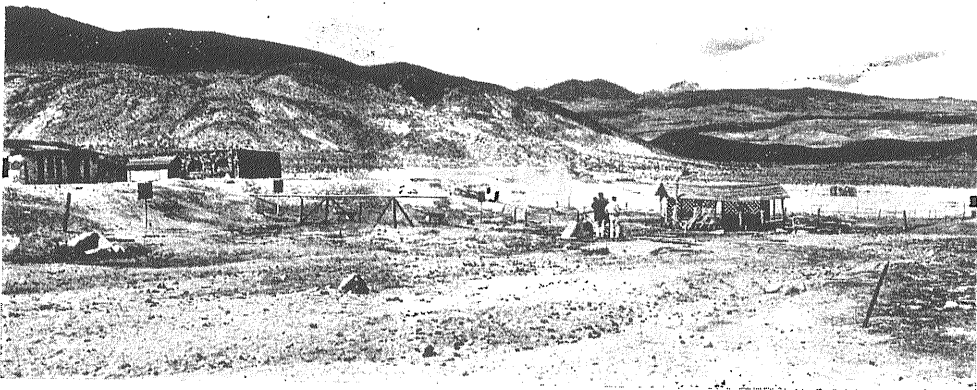


④ Randsberg地熱地域の古井戸(地下水採取のため掘さく)からの噴気

に高い塩分を含み その処置が容易でないという点である。Dr. White の報告によると 蒸発残渣 332gr/L Na^+ 54gr/L K^+ 23.8gr/L Li^+ 0.321gr/L Ca^{++} 40gr/L Cl^- 184gr/L という海水の10倍くらいの塩分を含み かつ金 銀 銅 鉛 亜鉛 クローム ニッケル 等の重金属も顕著に検出されるというのであるから 地球化学的には まことに興味深い性質のものである。しかし現実の問題として このような鹹水がそのまま Salton Sea に入ると 湖水の塩分が高まり 漁業や灌漑用水に著しく悪影響を与える という難点が指摘されており このため筆者が見学した折も 噴出する熱水をそのまま放流せず 土のうで溜めを作り その中に熱水を貯溜させる方法をとっていた。また 熱水が鉄管を流れる間に 管内に付着するスケールの問題も無視する訳にはいかない。これも Dr. White の報告によるものであるが 3カ月で5~8トン位沈澱し その中にトン当り金0.11オンス 銀3381オンス含まれているという。

その主成分は珪酸であるから非常に堅く 遂にはパイプを交換しなければならぬ。このように Salton Sea 地域においては 豊富な地熱の存在が確認されているが 熱水の処理 スケールの問題などのため実際に開発するまでには なお 時間を要するようである。

2. Randsberg (写真4)



⑤ Coso 地熱地域 左側の建物は Resort house

Salton Sea までの道を少しもどり 風光明媚な Palm Springs を通って北上すると Mojave Desert に入る。Randsberg は第三紀鮮新世の火山岩地域にあり この近くの若い第三紀層の中には タングステン 金 アンチモンなどの placer deposit がある。自動車道路から数マイル東に入ったところで かつて地下水を得るため井戸を掘ったところ わずかながら蒸気が出たので 1861年地熱開発の目的で この井戸の近くに改めて地熱井を掘ったのであるが これは失敗に終り 現在古い井戸から幾らかの蒸気が発散している程度で開発調査は全く行なわれていない。これらの井戸のすぐ傍に約50m にわたって火山岩の変質をうけた露出がみられる以外とくに著しい地表徴候はない。

3. Coso (写真5)

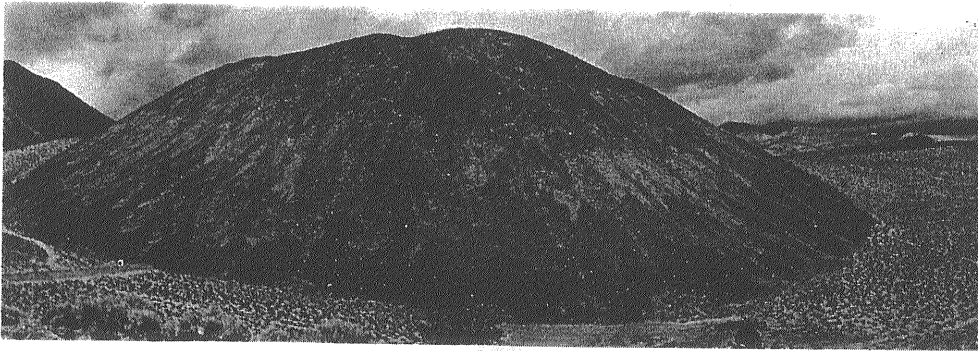
この付近一帯は海軍の射撃練習場になっており いわば軍用地の中にある地熱地域である。この付近も花崗岩を基盤とする第三紀の火山岩地域であるが その中に Sugarloaf Mountain と呼ばれる第四紀の Rhyolite dome がある。Coso 地熱地域は この Sugarloaf Mountain の裏側にあり 約350mの間に3個所の地熱徴候をもつ。その各々で 100フィートくらいの細い試錐孔がおろされ その数本から熱水をまじえた蒸気が噴出しているが いずれも全然利用されていない。近くに Resort house があるが これもこわれ果ててみるかげもない。地表徴候や浅い試錐の結果から 多分有望な

場所の1つのように思われるのであるが 場所が場所だけに地熱の開発を軍で許可しないとのことである。

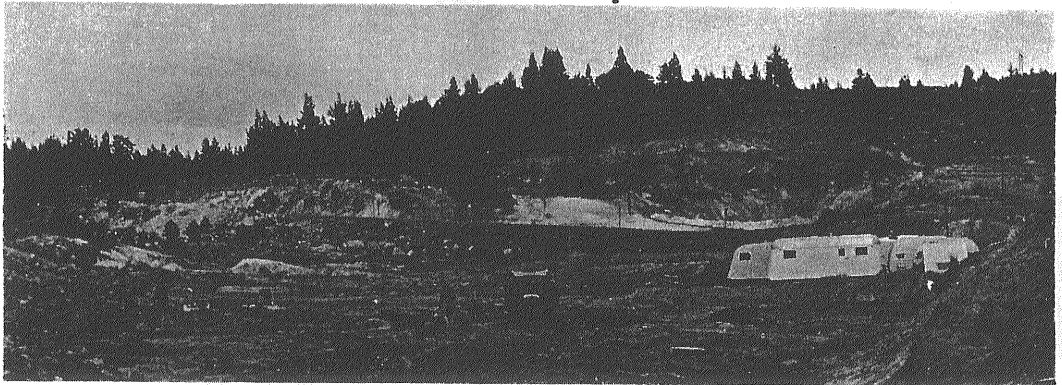
この Coso の近くに Devill Kichen と呼ばれる噴気地帯があるが 地表の変質部分の中に辰砂を含み かつて水銀を採掘した形跡が残っている。この付近一帯もちろん砂漠地帯で Rhyolite dome が原形を保ってよく保存されているのには感心したが(写真6) あちこちに Joshua Tree と呼ばれるサボテンに似た木がみられるのも印象的であった。

4. Casa Diablo (写真7)

Sierra Nevada 山脈に沿って北上すると 朝夕の冷えこみは一層強くなる。3月末といっても Mt. Whitney やその他の高山はまだ真白に粧られ 春まだ遠しの感がある。Welded tuff で有名な Bishop tuff の分布地域を車ごしに見ながら北に進むと Crowley Lake 傍の Casa Diablo の地熱地域に達する。ここは 自動車道路を挟んで地熱の徴候がみられるところで 1961年から62年にかけて 地熱開発の目的で 7本の井戸がおろされた。深さは 405~756 フィートであるが 孔底温度は180°C に達し しかも熱水をまじえた蒸気もかなり噴出したので 一応有望な場所の1つに数えられるに至った。ところが この熱水の中にに硼酸や砒素が含まれることがわかり ここに厄介な問題が生じた。というのは この Crowley Lake は ロサンゼルス の水源になっているところで 飲用水の中に有害成分が混入す



⑥ Sugarloaf mountain 東側の Rhyolite dome



⑦ Casa Diablo 地熱地域 中央の自動車道路をはさんでその両側にボーリング孔がある

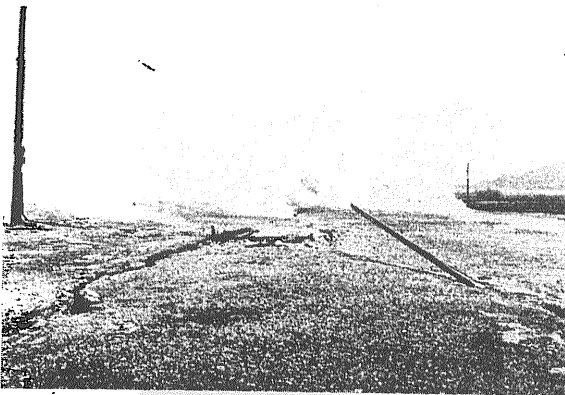
ということになると人体に非常に危険であるという理由から 折角井戸が掘られたのであるが政府命令で 現在これらの井戸はみなバルブで抑えられ 全く噴出はみられない。この地域一帯も第四紀の火山活動で ここから北方の Mono Lake にかけて点々と Rhyolite dome が存在するが重力測定の結果によると その一部に大きな陥没状の構造があり 地熱・温泉の分布は ほぼこの陥没地帯の中におさまるといふ。このように Casa Diablo の付近には なお数個所の地熱徴候があるが このほか 広大な範囲にわたって岩石が真白に変質しているところがあり かつて温泉活動が激しかったことを物語っている。

5. Steamboat Hot Spring

ネバダ州の Reno と Carson city との間にある温泉で 現在湧出中の温泉から水銀 アンチモンなどの鉱物の沈澱がみられ 地質学的には古くから非常に興味ある場所として知られているところである。Dr. White は 7年間にわたってこの地の温泉地質学的研究を行ない 最近その一部が公表されたが 確かに厚い珪華の沈積(写真8) その中から噴出する熱水 広大な変質地帯の発達がみられるなど 温泉の基礎的な研究に多くの素材を提供する場所のように見られた。

米国地質調査所の手で 全く温泉の基礎研究という立場からこの地域で6本のボーリングがおろされ またこれとは別に 今度は地熱開発の目的で数本の井戸が 会社によって掘られたが その結果は期待したほどでなく よい成果は得られなかったようである。

Steamboat の近くには かつて銀の産出で名をはせた Verginia City, Silver City などがあり またこのすぐ傍にある Reno は Las Vegas と並んで Nugget gamble の本場である。とくに土曜日の夜などは遠く California から車をかけて遊びにくるそうで それこそ一かく千金を夢みる人で町が埋まるほど この遊び場も一杯になるという盛大さであった。



⑧ Steamboat Spring
温泉沈殿物(珪華)でできた丘を切るクラック このクラックから高温の温泉水が湧出している

6. Brady

これも砂漠の中にある地熱地域で わずかな地形の食違いから断層が推定される地帯に 数個所の地熱徴候があり 現在8本ほどボーリングがおろされ そのうち1本の井戸から600 l/m くらいの熱水が噴出中である。

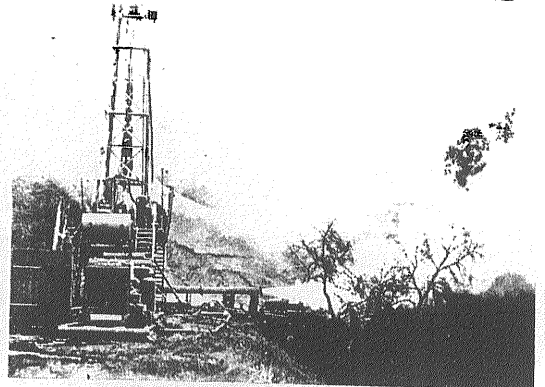
このような乾燥地帯であるから年間数cm 程度の雨量しかなく その気象条件は ちょっと日本では想像できないものがある。それにもかかわらず 井戸の中には一定の水位が保たれるほどの熱水の貯溜がみられるのであるから 当然 水の根源は何か どこからきたかという疑問が生まれてくる。この Brady は 砂漠地帯の地熱の中でも 水の問題 熱源の問題に非常に興味ある素材を提供する場所のように思われるところである。

7. Stillwater

Brady の東南方の Fallon という町の近くにあり 最近 農家で地下水を得る目的でボーリングをおろしたところ 温泉が湧出した場所である。地表では何の徴候もみられないが 温泉は78°Cの水温を有する。差当り日本では話題の種になりそうな結果を生んだ訳であるがこの付近の人は一向に関心をもたない風であった。こごばかりでなく 全般を通して米国人の温泉に対する関心はきわめて薄く どこへ行っても日本のように温泉を売りものにした観光施設などみられない。もちろん浴用に供することもきわめてまれで せいぜい温室に利用する程度であるという。

8. Beowowe

今回歩いた地熱地域の中で最も内陸側にあり ネバダ州のほぼ中央に位置する。安山岩からなる山の中腹に数個所噴気露頭があり その山裾から温泉が湧出する。1960年頃から地熱開発が企てられ この山腹で6本ほどボーリング孔がおろされたが どの井戸も数カ月間は噴出するにもかかわらず 漸次勢力が弱くなり 現在その中の1本からわずかに蒸気が噴出するだけで他は停止の状態にあった。多分どの井戸も本筋のクラックに達し



⑨ Sulphur Bank(カイザーの西側)地域におけるエアードリリング

なかったであろう。会社の好意により Reno からこの地熱地域の近くまで飛行機を出してくれたので空から Nevada の砂漠 地形 地質の観察ができたが地形の保存のよいこと 熔岩の分布 断層による食いだいがよくみられるのには一驚した。それにもかかわらず Beowowe のような地域でボーリングをおろしても適格に蒸気を出すことができない例もあり いかにも地質構造を正確に把握することがむずかしいか ということをおもひ知らされたことも事実である。なお砂漠の中に幾分低地のところがあって このようなところに蒸気棲があらわれ 一見海か湖水のようにみえるのも興味深いものであった。

9. Amedee

Steamboat から北上すると Honey Lake の東岸に Amedee という温泉がある。300m ほどの間隔をおいて3箇所 熱湯が湧出しており かつてやはり地熱開発の目的でボーリングを企てたが 温度が上らず失敗に終わったという。湧出口付近に辰砂の沈澱がみられるという面白い温泉であるが 湧出量は1分間約4トンという多量であるにもかかわらず 全く利用されておらず しかも人すら住んでいない。東側の山から北東—南西方向に走る大きな断層があり 温泉はこの断層に沿って湧出するようにみうけられた。

10. Wilbur

Amedee からコースを西にとり Lassen Volcanic National Park の中腹を越す時は 4月初めとはいえ雪が降り通しというまだ冬の季節であったが 一たん Great Valley の低地に下りると ここはもうすっかり春で汗ばむ程の暖さである。Wilbur は Coast Range に沿って分布する温泉の1つで Mesozoic の Franciscan Group から湧出する。硫化水素を含む塩類泉で その成分は油田鹹水によく似ているといわれる。また興味深いことは このすぐ近くに水銀鉱床があり 温泉と水銀鉱床が成因的に深いつながりをもつことを暗示す

るが このような例は Coast Range に沿ってしばしばみられるということである。ここでは珍しく野外に浴槽があり かつて療養泉として用いられた形跡が残っているが 現在では全く利用されていない。

11. Sulphur Bank (写真 9. 10)

Clear Lake の北岸に位置し もともと水銀鉱山として有名ところで 1865年に採掘を始めてから20,000ポンドの水銀を採取したが 現在は全く仕事をしておらず採掘跡に水がたまり Clear Lake の一部になっている。地表は広く温泉作用によって変質し 地表をおおう火山岩湖成層のすぐ下に Franciscan Group の硬砂岩が露出している。現在まだ温泉活動が継続しており 地熱開発の目的で4本の井戸が掘られたが 孔底温度は余り上昇せずしかも噴気量も少なく 結局失敗に終わった。現在その中の2本からわずかに蒸気の出ているのがみられるだけである。

12. The Geysers (写真 11 12 13 14 15)

San Francisco の北70マイルほどのところにあり 上記の Sulphur Bank や Wilbur の表側に当る。現在米国で唯一の地熱発電地域で 26,000kW の発電所がある。この場所は Sulphur Creek と呼ばれる川の右岸に沿い かつて米国でも有名な温泉地であった。1921年頃すでに地熱開発の試みがなされたことがあるが 今日のように 具体化したのは1955年以後のことであって 1960年にまず12,500kW の発電が行なわれ 現在 26,000kW 発電中であることは上で述べたとおりである。

地質は Franciscan Group の砂岩からなり 地形的に断層の追跡が可能で ボーリングは 地熱の上昇通路とみなされる断層に沿っておろされている。すでに23本のボーリング孔があり このうち 発電に利用しているのは7~8本であって いずれもまだその衰えをみせていないが 最近この Big Geyser に隣接した Sulphur Bank の開発に着手し 14本掘った井戸のうち13本が生産井として利用可能であり 昭和41年度に 27,500kW



⑩ Sulphur Bank 水銀採掘跡に水が溜り Clear Lake の一部をなす 右手に2本の噴気井がある

昭和42年度に 27,500kW あわせて 55,000kW の発電を行なう計画で 目下発電所の建設工事中である。噴出する蒸気はいずれも過熱蒸気で 非常に水の少ない場所であるため 掘さくも air drilling によって行なわれているのが注目を引く。泥水を用いないのであるから逸泥や泥水の温度上昇などの心配はなく 多分非常に能率的であろうと思われるが 日本のように 地下水の多いところではちょっと実施が困難かもしれない。

Sulphur Creek に沿う Big Geysers, Sulphur Bank など一連の地熱地帯の広がりは一連の地帯の広がりではなく さらに今後の開発によってまだ発展する余地が多分にある。この The Geysers の上流 5km ほどのところに Little Geysers という地熱地域があり ここでも最近 2本のボーリングがおろされ 蒸気を得ることに成功している。その量はあわせて約64トン/時であり 熱水を伴わない性質のものである。ここでもすでに発電所の建設に着手している。The Geysers の地域では表面の変質帯の中にやはり 辰砂が含まれており Coast Range に沿う一連の温泉活動に関係あることを暗示するが 冒頭でも述べたように この Coast Range には第四紀の火山はきわめてまれで The Geysers の近くにも火山の存在が認められない。それにもかかわらず このような場所に 優勢な地熱地域が存在することはきわめて興味深いことがらである。

おわりに

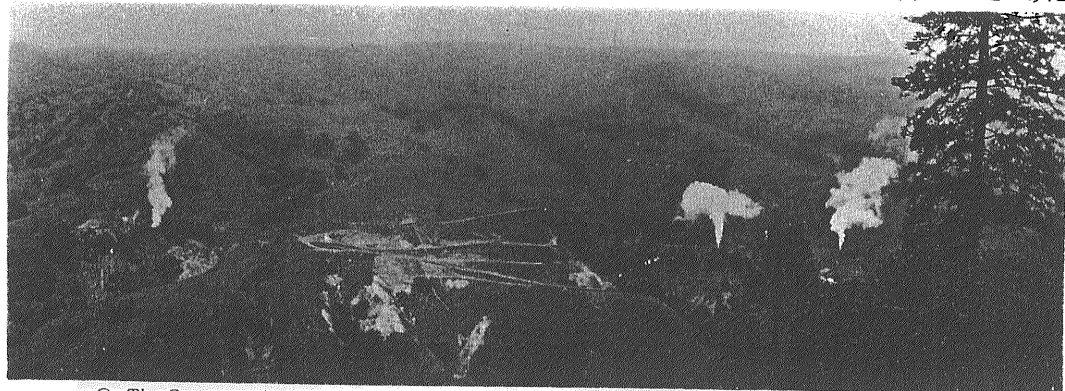
見学した道順に沿って 地熱・温泉地域の概要を紹介したが 一通り回ってからうけた感じを 2, 3 を述べてみたい。これまで 米国の地熱開発は The Geysers だけのように思われていたが 実際には多くの場所でその試みがなされていたということである。この中には Salton Sea や Coso Casa Diablo のように 実際大きな地熱源をキャッチしながら 技術上の問題以外の制約をうけて 開発できなかった場所もあるが 一方 Brady Beowowe さらに Sulphur Creek に沿う一帯のように 多分 近い将来 開発が実現すると思われる場所も含ま

れている。

米国の地熱開発は ざっと挙げても Magma Power Co. O'Neill Geothermal Co. Earth Energy Corp. Western Geothermal Co. Sierra Pacific Co. など少なくとも 5社以上の会社によってとり上げられており 一寸良さそうなどころは大い多数のボーリングが下されている。中には 地震 重力などの物理探査まで行なっているところがあるが 会社は秘密主義でほとんど資料を公開せず またその施設すら容易にみせてくれない。米国の地質調査所は 開発調査には直接タッチせず もっぱら 地熱活動に関する基礎的な研究を行なっており とくに岩石の変質については Dr. White が中心になり 精力的な研究活動を行なっている。会社でもスケーリングの問題 熱水 蒸気の化学成分に関する問題等については調査所の意見をきくようにしているが 秘密保持の必要がある事項については 互いに余り深入りしない態度をとっているようにみうけられた。このような慣習が基盤になってこそ初めて knowhow も生まれるであろうし その適用にもとくに問題が生じない理由が存在するように思われる。

一方 日本における地熱開発のやり方を振り返ってみると 多かれ少なかれ 地質調査所と企業団体とが半ば共同研究の形で開発調査を進めており かなり米国とはその趣を異にしている。地熱のように未利用資源の開発一とくにそれにはかなりのリスクを伴う一にはあるていど国の予算的なテコ入れを必要とするであろうから 地熱開発を促進させる上に あまり knowhow の問題を厳格に適用することは むしろその発展を阻害するおそれなしとしない。一考を要する問題である。

次に実際の調査研究に当って 地熱のように各専門分野の人の力を借りなければならぬ場合には 米国のように個人研究の制度をとるより 日本のようにグループ制という 1つの組織の上にならう方が数段とまさはることはない。これは何も地熱に限ったことではないが 要に組織の力をふんだんに活用できるような体制がとれるなら その成果を高めること けだし目



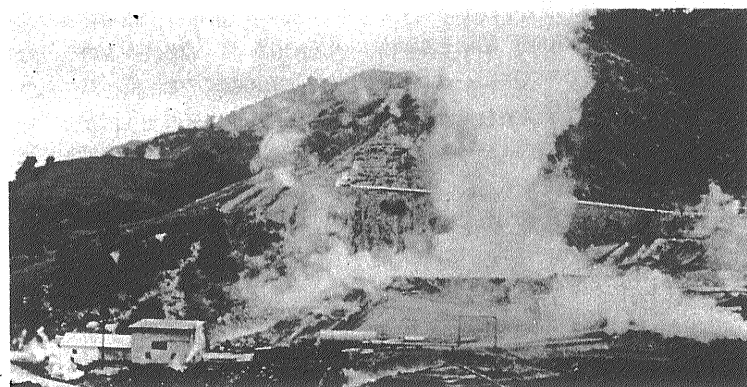
④ The Geysers 中の Sulphur Bank 地域 目下開発中で左側の噴気井は air drilling で掘さく中のもの

に見えて明らかである。この点はむしろわが国の方が有利な基盤にたっているといえるようである。

技術的な問題でも わが国と米国の地熱地帯を比較してみると幾つかの著しく異なった点がみられる。まずわが国では 第四紀の火山活動の産物として Rhyolite を伴うことがきわめてまれであるのに対して 米国では各地域の説明で示したように 方々でその存在が知られている。温泉活動に伴う変質岩石 あるいは温泉水の中に 水銀 アンチモン 金 銀などの重金属を含むことが本質的にこのような火山活動の違いということまで

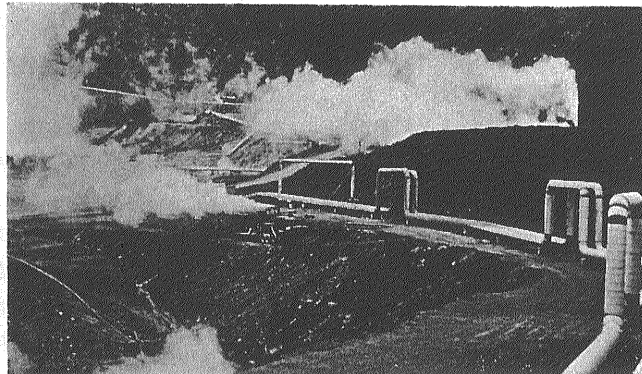
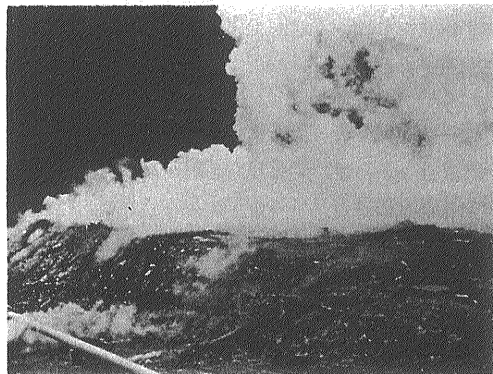
遡るのか あるいは 他の2次的な因子に関係あるのか まずこの辺のところに興味深い問題がよこたわっているようにみえる。さらに両国の地熱地域の間でみられる対照的な条件の違いは 気象に関する点であろう。われわれは 年間3000mmにもおよぶ雨の多い風土に住み 地熱・温泉の問題を考える上に雨水につながる地下水の存在を 切り離して考える訳にはいかない。しかし 米国のように 砂漠地帯に分布する地熱地域では 恐らく長年にわたって蓄積された 地熱の量 いいかえると Reservoir の規模がまず問題となるはずである。外部の気象条件に関係なく その地域の地質条件が最も大きな要素となるものかどうか これも今後研究すべき課題の1つであるように思われることもつけ加えておきたい。

(筆者は応用地質部)



①②
ガイザー地熱地域
中央の噴気は掘さく中の洩れをおさえることに失敗し 約5年間噴出をつづけているもの

↓④
ガイザー地熱地域のパイプライン



↑③ガイザー地熱地域の Magma well. これは1960年に掘さくした時その横から噴気が洩れ始め この洩れをおさえるため数10万ドルを使ったが結局成功せず 現在なお このように噴出している

⑤→
ガイザー地熱発電所
現在 26,000kW 発電中である

