

# 大分県大岳における地熱発電について

佐藤光之助

昭和42年夏 大分県大岳地区において 九州電力の手によって 1万kWの地熱発電が開始された。これは岩手県松川における地熱発電の開始に次ぐ第2の成功であるが それは数多くの人々の長期にわたるためまざる研究の成果であって 日本における地熱開発の歴史を飾るものといえよう。もちろん 現在までのところ 大岳地区の地熱開発は その緒についたばかりであり 今後の調査研究によって解明すべき点を数多く残しているが 今までに判明したことからも 今後の発展が期待される面が多く わが国の地熱開発に有力な指針をあたえるものといえよう。

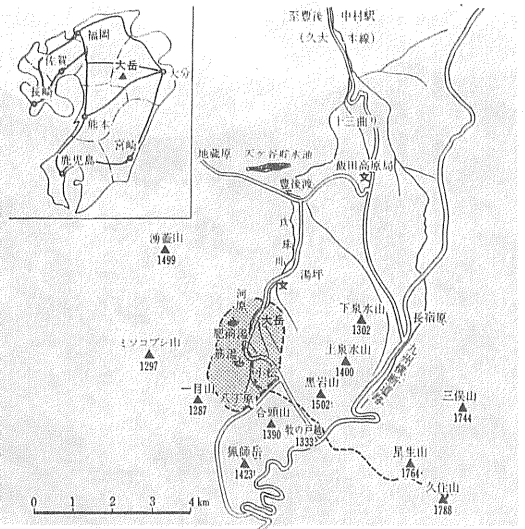
比抵抗法による電気探査 磁気探査 放射能探査などが行なわれた。その結果 大岳を北限として 東西約1.5 km 南北約3 km の範囲は全般的に熱変質を受け 断層が数多く推定され 広域的に開発可能なことが期待されるようになってきた。これらの調査と平行して 大岳地区において6~10号井(深度350~600m)の生産井掘さくが行なわれ その結果 圧力2.1kg/cm<sup>2</sup>g 蒸気量約130 ton/h 熱水量約420 ton/h が得られている。また一方 大岳地熱地帯の南部の小松地区において行なわれた調査井(工技院 鉱工業研究補助金によるもの)の結果はきわめて有望な地熱蒸気の賦存が確認されている。九州電力は昭和41年3月 大岳地区に1万kWの発電所の建設をはじめ 昭和42年8月営業運転を開始したが 所期以上の出力を得て成功のうちに発足している。ところで この地熱開発は大岳地熱地帯の北部の一部を占めている程度で さらに大岳南東地区 大岳地熱地帯南部の八丁原地区への開発が計画されている。

大岳における地熱探査は長い経過をたどってきた

大岳の例はわが国の地熱開発の歴史の象徴ともいえよう。現在に至るまでには 昭和24年から昭和31年に至る約7年間の第1期の探査期間 その後数年間の中断を経て 昭和36年以降の第2期の探査期間があった。第1期の探査期間においては 地表の地質調査と平行して 比抵抗法 自然電位法 放射能探査 地化学探査などが九州電力の協力のもとに地質調査所によって実施された。これは主として大岳地熱地帯北端の一部の区域に限られたものであったが その結果はその後の広域にわたる調査を行なうためにも相当役立っている。これらの調査に引続いて 昭和28年から昭和31年にわたり 計5本のボーリングが実施された。これらの結果 噴出物は蒸気混り熱水であって イタリアのラルデレロにおけるように乾いた蒸気は得られず またその量も余り多くなかったことから 発電計画は一時中断された。しかしその後 世界における地熱発電の様子が次第に判明し ニュージーランドにおいて 湿った蒸気から蒸気を分離し規模の大きい発電に成功しているというニュースが伝わり 大岳地域の地熱資源も再検討されるようになって来た。昭和36年九州電力では前に掘った第5号井を浚渫し 気水分離器を取り付け 16 t/h の蒸気を確保した。このように湿った蒸気の利用ということを考えて 第2期の探査が開始されたわけである。昭和38年以降地下構造 地熱賦存状態の解明のための調査が 九州電力地質調査所 九州大学などの手によって広域的に実施されてきている。すなわち 精密な地質調査 重力探査

火山岩地帯の複雑な地質条件のもとで探査が行なわれてきた

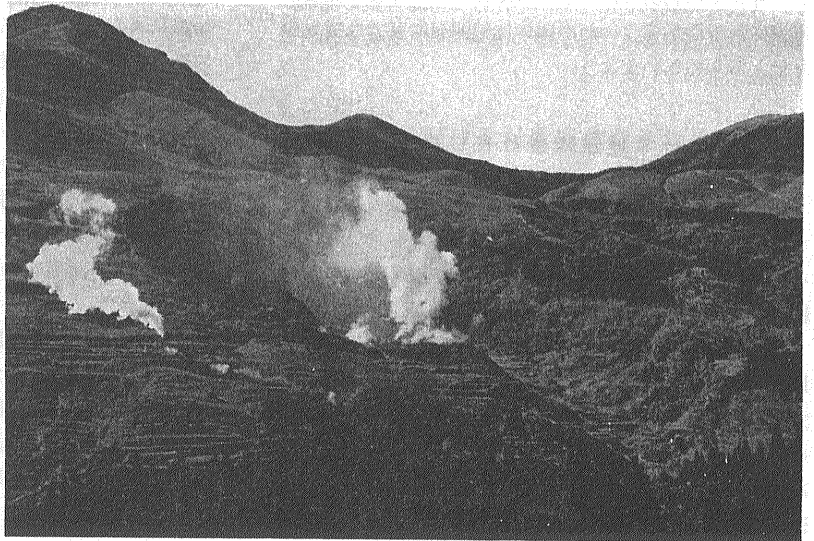
大岳地熱地帯は九州の最高峰久住火山の北西約6 km に位する標高900~1,100mの第四紀の火山地域であって 湧蓋山 一目山 獺師山 黒岩山などにかこまれた凹地に大岳 河原 小松などの噴気地帯があり 玖珠川に沿



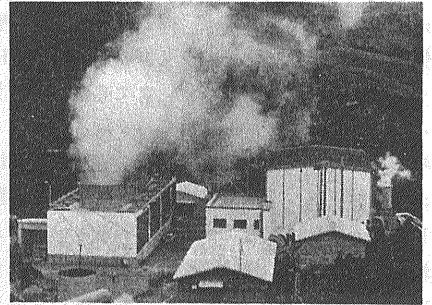
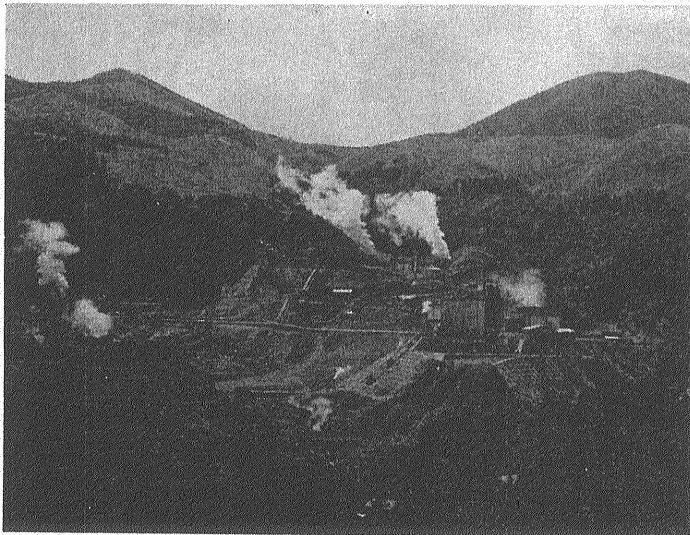
大岳地熱地帯位置図 (九州電力資料から)

い筋湯 疥癬湯などの温泉が湧出している。  
 この地域の火山岩は下部は豊肥安山岩類(輝石安山岩)  
 上部は九重系火山岩類(角閃石安山岩)に分類されている。  
 豊肥安山岩類は熔岩と凝灰角礫岩とが互層をなしており  
 現在開発されている地熱はこの安山岩類から採集されて  
 いる。この岩類は本地域の中央部を北流する玖珠川に  
 沿う低地に露出し その厚さは試錐により 少なくとも  
 700m以上に及ぶことが確かめられている。九重火山  
 岩類は 大岳地熱地帯を囲んで 湧蓋山 ミソコブシ山  
 一目山 獺師山 黒岩山などのドーム状火山体を造って  
 いる。大岳地熱地帯には いくつかの断層が確認ある  
 いは推定されており これらに沿い変質帯を形成してい  
 ることが認められている。また周辺火山の熔岩の貫入  
 に伴って 地質構造は複雑化し 裂罅 節理も一層発達

したものと思われる。この地帯においては 種々の物  
 理探査が実施されてきたが 地質調査の結果とあわせ考  
 えると 有効な結果が得られつつある。重力探査につ  
 いては 山地という悪条件を克服して調査が進められ  
 別府 大岳 阿蘇を結ぶ大局的な構造 大岳地熱地帯内  
 の既知の地熱 温泉賦存地の重力の場における特徴 さ  
 らに この地帯内における断層状構造の検出など 地熱  
 構造を考える上において興味ある結果が得られている。  
 磁気探査については 火山地帯というこの地域の特質か  
 ら いわゆる変質帯の探査に効果をあげている。すな  
 わち新鮮な安山岩は一般に磁性が強いが 熱変質によっ  
 て磁性を失うので 地上の磁気分布から変質帯の探査に  
 成功している。電気探査については 変質帯などを含  
 む地下構造の探査に有効な資料を与えている。その他



発電所建設前の大岳  
 地熱地帯 (40.10)



発電所 全景

発電所 完成後 (42.8)

ボーリングの岩芯を利用して岩石の種々の性質が調べられており この地域の地熱構造を推定するのに役立っている。このような新しい火山岩地帯の複雑な構造を明らかにすることは なかなかむずかしい問題であるが地質調査 物理探査などの面から その解明に力が注がれたことは注目されることである。もちろん 今日までのところ 未だ不明な点を幾多残しており さらに種々の方法による探査も考慮しなければならないが 大岳における探査の結果は 今後このような火山岩地帯の探査に希望をもたらすものであり 火山岩地帯の多いわが国の地熱開発に有力な指針を与えるものといえよう。

### 小規模開発からの発展

地熱発電所は地下から噴出してくる天然蒸気を 蒸気タービン発電機の駆動源として用いて発電する。大岳の場合は蒸気1に対し約4の割合で多量の熱水を含んでいるので 気水分離器によって蒸気のみを分離し 発電に利用している。

ところで 地熱発電の特徴として 孔井当りの噴出蒸気量は一般に限られたものであり またその圧力も低く 単位出力当りの蒸気消費率が大きいので 大容量ユニットの開発は困難である。現在世界において建設されている発電ユニットは出力5,000~30,000 kW 程度のものである。大岳において建設されたものは 出力10,000 kW のユニットであり いわば試験的性格も多分にもたせたものである。しかし地熱発電のコストは外国の例でも低廉であり 大岳の10,000kW の小規模のユニットの場合でも 現在の大型新鋭火力発電にも匹敵し得る経済性が認められているそうである。このことは 地熱開発に際し 地下の地熱賦存状態を解明しながら 比較的わずかな投資で小規模な建設を段階的に行ない これを拡大していくことができるという利点を示しているものといえよう。

小規模開発からの発展 経済性を保ちつつ 地熱解明の科学技術をうちたてながら開発を進めて行くことが 目下の地熱開発の途であり 大岳の地熱開発がその実例を示す希望をもたせるものである。

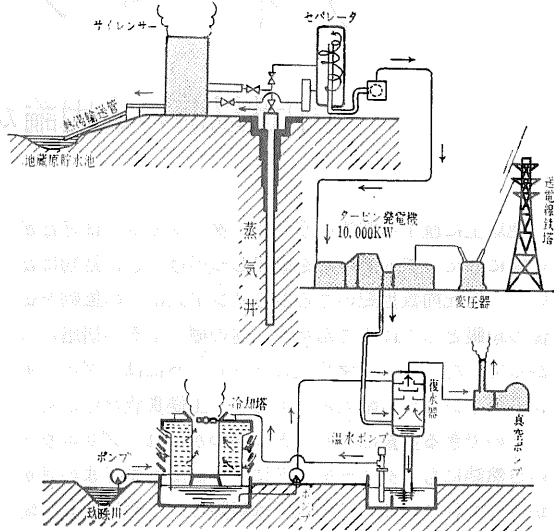
### 大岳発電所の概要

建設資金 約12億円

建設工程 建設開始 1966年3月

営業運転開始 1967年8月

坑口装置 蒸気井 数量 5本 口径 8インチ



大岳地熱発電所の発電系統図 (九州電力 資料から)

### 蒸気タービン

定格出力 10,000kW (最大 13,000kW)

回転数 3,600 r.p.m.

蒸気条件 (定格出力時)

主塞止弁前圧力 2.5 ata (1.6kg/cm<sup>2</sup>g)

主塞止弁前温度 127°C (飽和温度)

排気条件

タービン排気室圧力 0.11 ata (真空度 679 mmHg)

復水器真空 0.10 ata (真空度 687 mmHg)

蒸気消費量(定格出力時) 113 ton/h

復水器 形式 バロメトリック型ゼットコンデンサー

冷却水量 3,900m<sup>3</sup>/h

冷却水温 26°C

復水器出口水温 41.4°C

冷却塔 型式 機械通風式両吸込型

循環水量 4,200m<sup>3</sup>/h

循環水入口温度 41.4°C

循環水出口温度 26°C

その他 発電機

主変圧器

(筆者は地質調査所長)