

鹿児島県山川地区の地熱資源とその開発

石油資源開発株式会社 地熱開発部

吉 村 雄三郎

Development of Geothermal Resources in the Yamakawa Field, Kagoshima Prefecture

Yuzaburo YOSHIMURA

Geothermal Department Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

はじめに

石油資源開発株式会社は、昭和52年から山川地区を中心とする薩南地熱地域に於いて、地熱発電を目的とした調査を開始した。昭和60年迄の間に、地質・地化学・物理探査等の多くの地表調査を実施するとともに、16坑の調査井を掘削した。これ等の試料を総合し、山川地区に存在する地熱系のポテンシャルを評価し、発電3万kwに相当する地熱資源量確保の見通しを得た。

昭和61年この結果を九州電力株式会社に報告し、昭和63年には同社との間で、「山川地区地熱発電事業に関する基本協定書」を締結した。

昭和63年末、当社はこの山川地区の地熱開発を推進するために、九州地熱株式会社を設立し、以来同社が事業を継承遂行している。

現在の計画では、平成7年3月に地熱発電所が運転を開始する予定であるが、今回は山川地区の地熱系とその開発について述べる。

鹿児島県の地熱地域

現在全国では9ヶ所(合計出力約27万kw)の地熱発電所が稼動中で、更に数年中の運転開始を目指して7ヶ所(予定合計出力約26万kw)で作業が進められている。これらは当然の事ながら地殻熱流量の大きな地域に含まれる。九州には地殻熱流の大きな地域が2ヶ所ある。一つは、別府一島原地溝帯で、他は霧島火山帯である。

霧島火山帯では、大規模な火砕流の噴出をともなう活発な火山活動があった。この結果加久藤・小林・始良・阿多・池田・鬼界等のカルデラが形成し、火山構造的陥没構造と考えられる鹿児島湾を通り、北北東-南南西にはほぼ直線的に配列し、又桜島・硫黄島等の活火山も存在する。

これらの地域は、新エネルギー・産業技術総合開発機構が第一次全国調査で実施した磁気調査の結果から作成したキューリー一点深度分布図でも地下温度が高い事を示している。キューリー一点深度の最も浅いのは桜島付近で8kmとなっている。

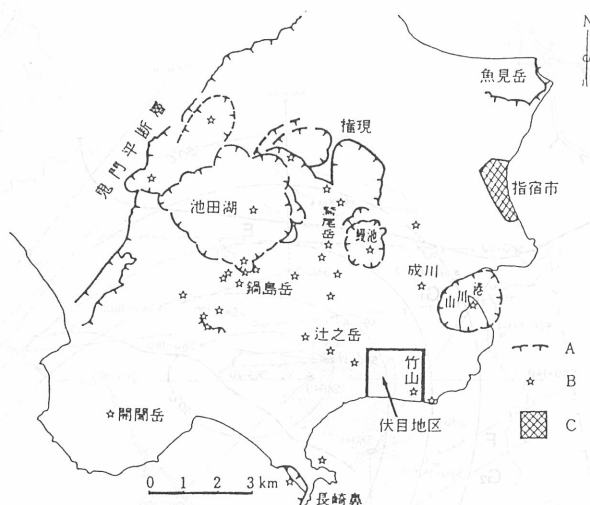


図1 薩南地質概念図

(A：崩壊地形，B：噴火口，C：指宿市街地)

薩南地域の位置は第1図に示すが、鹿児島湾の陥没構造の一部で、その西端は鬼門平断層で限られる。地域内には、第四紀更新世後期以後に形成された種々の火山地形が存在する。

カルデラ、爆裂火口としては、池田湖・池底・鯉池・成川・山川港等が西北西—東南東にはほぼ直線的に配列するが、これらは約5千年前以降に形成されたとされている。

美しい形から薩摩富士とも呼ばれる開聞岳はこの地域で最も新しい火山活動による火山で、約4千年前に形成が始まり、最後の噴火は平安時代に記録されている。

この様に若い火山地帯であるので、権現・鯉池・伏目海岸等で活発な噴気がみられるほか、多くの温泉が分布する優勢な地熱地帯である。

山川地域の地熱系

薩南地域の最初の地熱調査は昭和38年に電源開発株式会社によって実施された。その後国による調査が数度行われたが、山川地区の有望性を示す端緒となったのは、昭和49・50年に実施された「全国地熱精密調査薩南」で掘削した構造調査井SA-1号井である。

この坑井の位置は、その後当社が掘削したSCG-1号井のすぐ北方であるが、深度500mの坑底での温度は247℃で、多量の蒸気と熱水の噴出が記録されている。

この結果を受けて、CIエネルギー開発株式会社と当社は共同で山川地区の地熱資源を開発する事とした。

これ迄の調査を補足する若干の調査を実施した後、最初の抗井SCG-1号井を掘削した。坑井の深度は約1200mで、テストの結果、蒸気30t/h、熱水120t/hが噴出した。

次のSKG-1号井では深度約2000mで330℃を越える高温となった。3坑目のSKG-2号井では、坑底近くで良好な貯留層の存在を示す逸泥現象があり、温度は350℃を越えた。生産テストでは、100t/h以上の蒸気量を示し、高温の地熱資源の存在を確認した。尚SKG-2号井以後の作業は当社が単独で実施した。

その後多くの地表調査と調査井掘削が行われ、その結果から山川地区の地熱系は以下のように考えている。

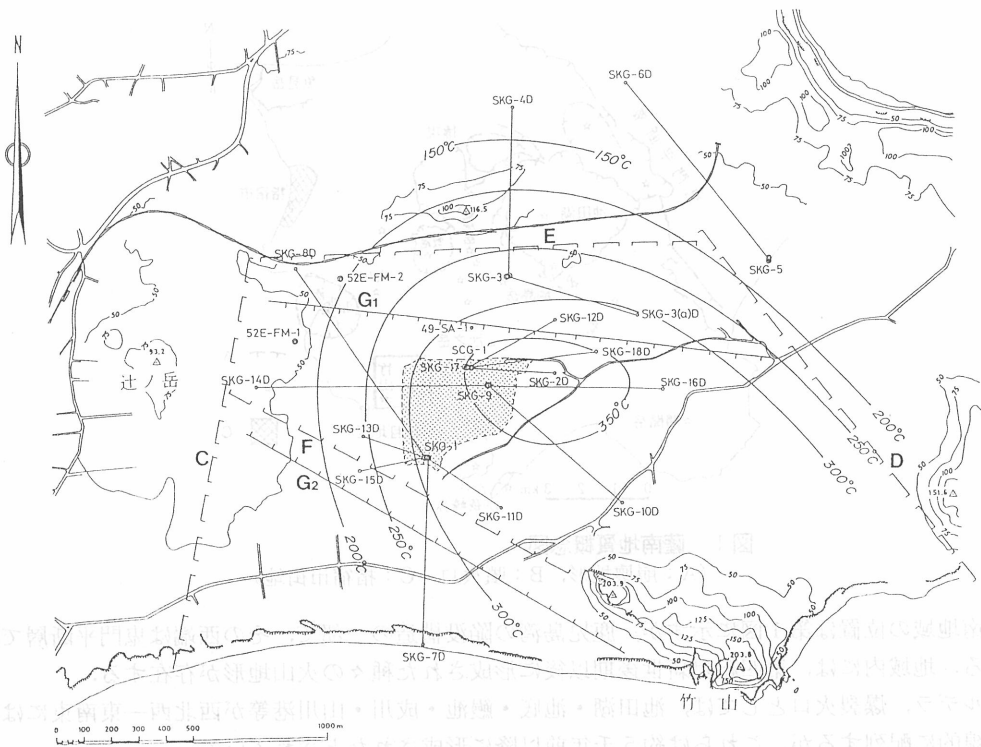


図2 山川地区の断層及び深度1700mの温度分布図

山川地区の地熱系は、第2図で見られるように、C、D、Eの三つの断層に囲まれた陥没構造の中に形成されている。

C断層は重力の高傾度帯や、電気探査の比抵抗の顕著な差として、物理探査データから推定される。D断層は海岸に於ける露頭と、坑井地質の対比から推定される。E断層は坑井地質の対比や、重力・地震探査の結果から推定される。

第2図のコンターは深度1700mに於ける温度分布を示したもので、竹山を囲む方向で高温地域が存在するのが見られる。現時点では300°Cのコンターで囲まれる部分は、生産ゾーンとなり得ると考えている。竹山は際立って高い重力異常をとめない、岩体が深部に迄延長している事を示し、その年代が約2万6千年と新しいことから、この下部に地熱系の熱源が存在する可能性がある。

第3図は、山川地区の地質と温度の南北断面を示したものである。

地質層序は、浅部の更新世前期～鮮新世末期の山川層と、深部の鮮新世末期～中新世の南薩層群に大別される。

山川層は1300～1400mの厚さがあり、石英安山岩質火砕岩を主として、シルト岩、溶岩、溶結凝灰岩を挟在している。一般的に軟らかく、孔隙率は大きい。

南薩層群は、上部・中部・下部に分けられる。上部の岩相は白～淡緑色の凝灰岩及び凝灰角礫岩を主体とするが、全般に珪化変質を受けている。尚山川層との関係は不整合である。中部は輝石安山岩質の緻密な溶岩で、凝灰岩類を挟在することから、数度の活動で形成されたものと考えられる。下部は淡緑色の緻密な石英安山岩質凝灰岩で、南部のSKG-7号井の深部にのみ出現する。

本地域の中央にある石英安山岩は貫入岩で、竹山安山岩と同時代のものと考えている。岩相は

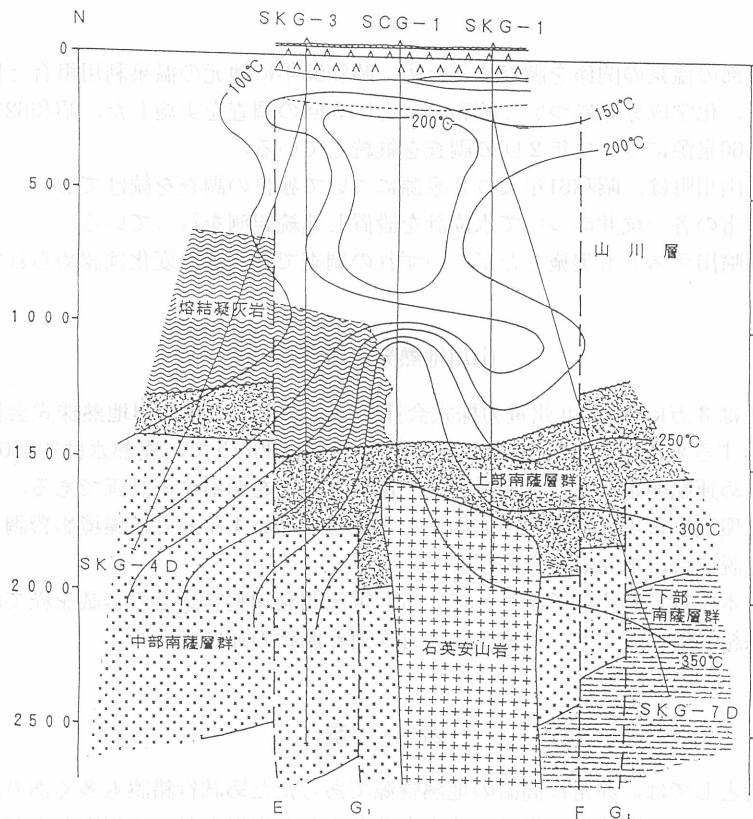


図3 伏目地区地質・地温構造図

ほぼ完晶質で、磁鉄鉱を顕著に含むのが特徴であり、急冷周縁相が見られる。また、周辺の上部南薩層群の凝灰岩は強い珪化作用を受けている。

陥没構造の内部にもF, G₁, G₂等の断層が坑井地質より推定される。F, G₂の方向は竹山；辻の岳を結ぶこの地域の主たる構造方向と一致する。G₁, G₂の両断層による変位は山川層では認められず、同層堆積以前の古い断層と考えられる。

温度断面からは浅部と深部の貯留層の存在が見られ、両者の間には顕著な低温層が存在する。浅部の貯留層は孔隙率の大きい山川層の中に発達し、深部の貯留層の形成には、先述の貫入周辺や、陥没構造内の断層にともなう亀裂が影響していると考えられる。

深部の温度は北方に向かって急激に低下するのが見られ、一方南方に向かってゆるやかに低下する。坑井調査による高温分布域や低重力ゾーン、低比抵抗ゾーンなどの物理探査データは、南方の海岸線迄の陸域では閉塞しておらず、この地熱系は海域にも延びているものと想定される。陥没構造の外に掘削した坑井では、温度勾配は低く、直線的である。

温 泉

山川町内には多数の温泉井が存在する。昭和62年の資料では約150井があり、その後若干増加している様である。平成2年の町の調査では約80井が実用されており、主な用途は自家浴用、ハウス園芸、浴場給湯である。

泉質は中性の食塩泉がほとんどで、溶存成分から海水が岩石と高温で反応した変質海水が起源

と考えられる。

地熱開発と浅部の温泉の関係を調査するため、昭和55年に地元の温泉利用組合と協定を結び、湧出量、湯温度、化学成分等について昭和61年迄に9回の調査を実施した。昭和62年には町と開発協定を結び、60泉源について年2回の調査を継続している。

これとは別に山川町は、昭和61年より8泉源について独自の調査を続けており、又鹿児島県も山川町及び指宿市の各一坑井について水位計を設置し連続観測を行っている。

この間、長期噴出テストも実施したが、いずれの調査でも有意の変化は認められていない。

山川地熱発電所計画

発電設備容量は3万kwで、九州電力株式会社が発電を行ない、九州地熱株式会社はこれに必要な蒸気を供給する事となっている。必要な蒸気量は約230t/hで、廃熱水は約350t/hと予想している。このため運転開始時には生産井11坑、還元井5坑を準備する計画である。

平成2年には環境影響現況調査の補完作業を実施し、平成4年6月に環境影響調査書を通産省に提出し、地元説明会、地元縦覧を終了した。

今後の計画は本年12月始めに予定されている、電源開発調整審議会の審議を経て、平成5年から発電・蒸気供給設備に着工し、平成7年3月に運転開始の運びである。

謝 辞

調査開始当時としては、非常に高温の地熱資源であったため試行錯誤も多くあり、予想以上の年月がかかったが、この間終始ご指導ご協力を戴きました鹿児島県、山川町ならびに地元の皆様方に厚く御礼を申し上げます。また山川地域の資源量評価についてご指導戴きました九州大学湯原名誉教授外の先生方にもこの場をかりて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 荒巻重雄, 宇井忠英(1966)阿多火砕流と阿多カルデラ 地質学雑誌 vol.72, No. 7 p337-349
- 2) 地質調査所(1974)昭和48年度全国地熱基礎調査報告書 No. 5 薩南
- 3) 金原啓司, 大久保太治(1978)鹿児島県薩南地区地熱調査井(SA-1号)に見られる岩石の熱水変質 岩鉱 vol.73, p125-136
- 4) 中条純輔, 村上文敏(1976)鹿児島県の物理探査の予察 地調月報 vol.27, p35
- 5) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(1984)全国地熱資源総合調査成果図(キョーリ一点深度図)
- 6) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(1984)地熱開発促進調査総合解析報告書 No.11. 池田湖周辺地域
- 7) 吉村雄三郎, 柳本裕, 中达理 鹿児島県伏目地域の地熱構造について 地熱 vol.22, No. 3 p167-194