

低温熱水系の地下構造に関する研究 —福岡市南部井尻地区—

大場 裕*・西島 潤**・藤光康宏**・江原幸雄**

Underground Structure of Low Temperature Hydrothermal System
— A case study of the Ijiri area, southern part of Fukuoka city —

Yu Oba*, Jun Nishijima**, Yasuhiro Fujimitsu**, and Sachio Ehara**

ABSTRACT

In the Ijiri area of Fukuoka city, there are many low temperature hot springs. But, the underground structure around the hot spring area has not been clarified. Therefore, we conducted a dense gravity survey at 205 measurement points at the Ijiri area in this study. We detected two faults under the survey area from the two-layer gravity analysis and also supposed a permeable zone in the granitic basement layer by comparing the fault structure with the underground temperature profile.

1. はじめに

かつて、福岡市南部井尻地区において地下水探査を目的として電気探査が行われた。その結果、帯水層であることを示す高比抵抗層の下部に当時は原因不明であった低比抵抗層が分布していることがわかった(山下他, 1965)。その後、これはこの地域で湧出している温泉水によるものであろうと解釈された(松下他, 1971)。この福岡市井尻付近の地下では特別の熱源が推定されていないにもかかわらず、地下100m深程度でも温度40～50℃と高いことが知られている。これはこの地域の地下に透水ゾーンが十分に発達しているためと思われるが、本地域の地下構造の詳細についてはこれまで明らかにされていない。そこで本研究では井尻地域において測点間隔20～30m程度の高密度の重力探査を実施し、詳細な地下構造を明らかにすることにした。さらに既存の論文の成果を参考にして低温熱水系とそれが発達している地下構造の関係について考察することを目的とした。

2. 井尻地域の地下構造について

2-1. 地質

福岡市およびその周辺の地質は古期のものからあげると(1)古生代から中生代の三郡変成岩、(2)中生代末期の花崗岩類、(3)古第三紀層、(4)新第三紀の玄武岩、(5)第四紀層に大別できる。福岡市の南部に位置

する井尻地区においては北部では表土などの直接下位に、南部では砂礫層の下位に早良花崗岩が発達しており、北部・南部とも著しく風化が進み、0～30mの深さではマサ化している。その下位のやや風化した花崗岩部を経て新鮮な部分へと移行しているが、コアの採取が極めて少ないためはっきりとしたことは分かっていない(松下他, 1971)。さらに福岡市には北部の博多湾より北西—南東方向に向かって逆断層である警固断層が伸びているが、調査地域周辺においてはまだ詳細な地下構造に関する調査がなされていないため、この警固断層は井尻地区で途切れている(唐木田他, 1994)。

Fig. 1に井尻地区の温泉試錐の地質柱状図を示す(松下他, 1971)。そのうち清水俊英泉の試錐結果を見ると、表土・砂礫層をへて花崗岩の風化部、34mで新鮮な花崗岩に入り、95mで古第三紀層と思われる砂岩・頁岩が表れ、130mまでこれが続いている。福岡市の地層は比較的密度の大きい花崗岩類の上に密度の軽い第三紀層、第四紀層が分布しているとされている(唐木田他, 1994)ため、井尻地区では地層が逆転していることが推定されている(松下他, 1971)。

奥博多温泉センター泉、清水俊英泉、安部隆典泉(以下それぞれKK、SI、ABとする)の位置図をFig.2に示す。

*九州大学大学院工学部地球資源システム工学専攻地球熱システム学研究室
〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

Laboratory of Geothermics, Department of Earth Resources Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka, 812-8581, Japan

**九州大学大学院工学部地球資源システム工学部門地球熱システム学研究室
〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

Laboratory of Geothermics, Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka, 812-8581, Japan



Fig. 1 井尻地区の温泉試錐の地質柱状図 (松下他, 1971)

2-2. 比抵抗構造

かつて、地下水探査を目的として福岡市那珂川、御笠川流域、西部の瑞梅寺において電気探査（電気比抵抗法 Wenner 型電極配置、水平探査と垂直探査）が行われた (山下他, 1965)。垂直探査結果から、深度 30 ~ 40m に低比抵抗層 (50 Ω・m以下) が分布している

ことがわかった。探査が行われた当時はこの低比抵抗層が何を示すものであるかは分からなかったが、後に本地域で温泉の湧出が知られたことによりこれが温泉水によるものであろうと解釈された (松下他, 1971)。そして、比抵抗値の地理的分布の検討から、調査地域の一部に幅 1200 m にわたる低比抵抗帯が存在することが明らかにされた。この低比抵抗帯内にはさらに比抵抗の低い部分が並んでおり、最内側の第 1 深部低比抵抗帯からその左右両外側に第 2・第 3 深部低比抵抗帯の 3 帯に区分されている (Fig. 2)。最外側の第 3 深部低比抵抗帯は温泉賦存限界を示すものであり、最内側の第 1 深部低比抵抗帯はこの温泉の中心を示し、ここに温泉水の上昇ゾーンがあるのではないかと考えられている (松下他, 1971)。

2-3. 泉温について

松下他 (1971) の論文に基づき作成した井尻地区の温泉の泉温分布を Fig. 3 に示す。Fig. 3 の温度コンターから安部隆典泉 (Fig. 3 中 AB) 周辺の温度が最も高く、安部隆典泉から周辺に向かうにつれ温度が低下する傾向が見られるので、おそらく安部隆典泉付近がこの地域の温泉の中心であろうと推定される。

3. 重力による地下構造解析

3-1. 重力測定

本研究では CG-3, CG-3M 型重力計 (シントレックス社製) を用い、福岡市井尻地区において 205 点の重力探査を行った (Fig. 4)。詳細な地下構造を明らかにするために測定間隔はすでに述べたように 20-30m とした。

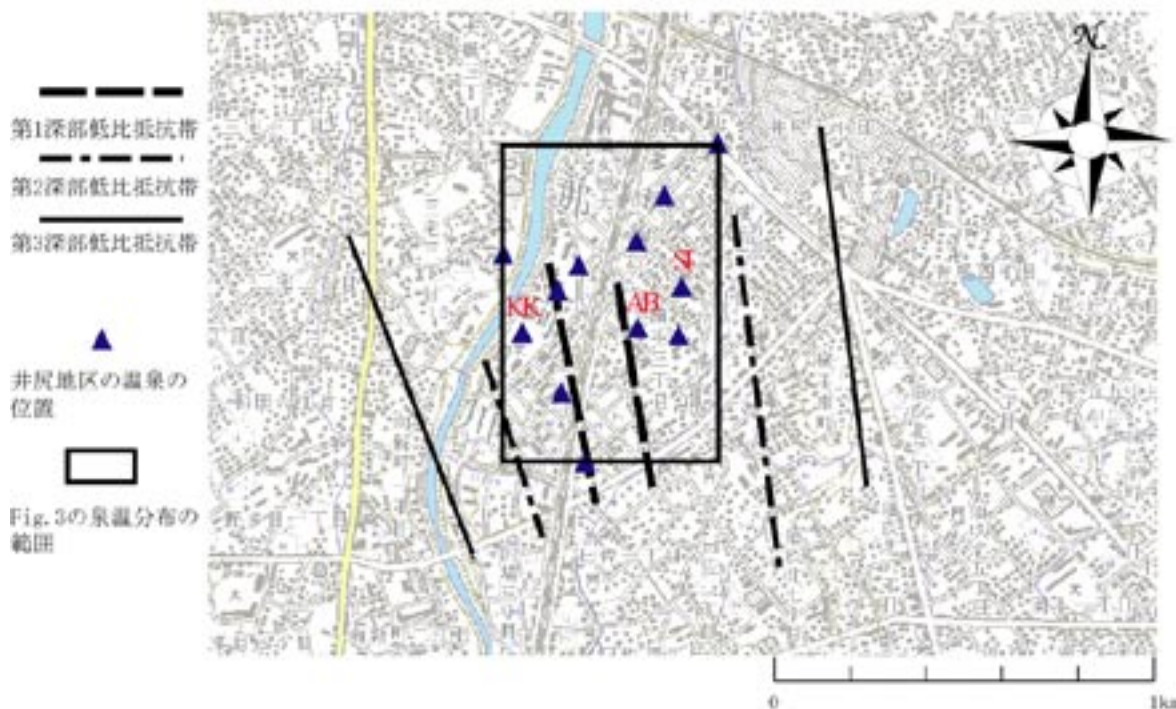


Fig. 2 井尻地区周辺の電気探査の結果と温泉位置図 (松下他 (1971) に基づいて作成)

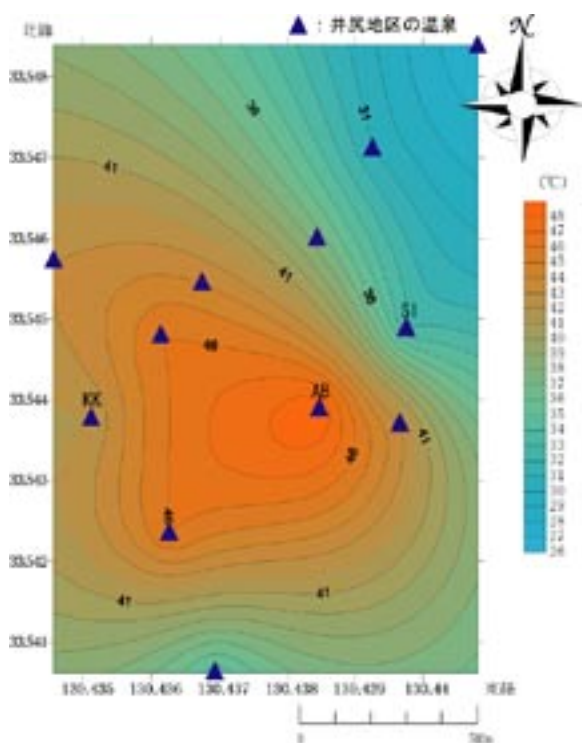


Fig.3 井尻地区に存在する温泉の泉温分布（松下他(1971)に基づいて作成）

また Fig. 5 の地表での温泉の位置を重ねて示した。図より、重力急傾斜部の一部分に温度の高い温泉が集中していることがわかる。

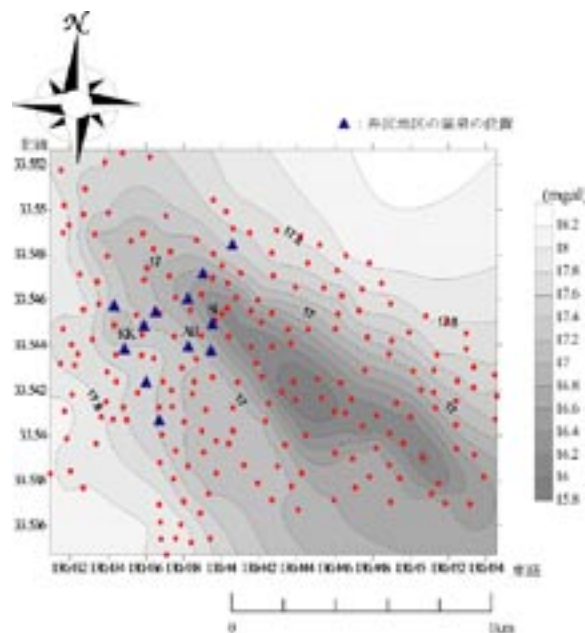


Fig. 5 ブーゲ異常と井尻地区の温泉の分布

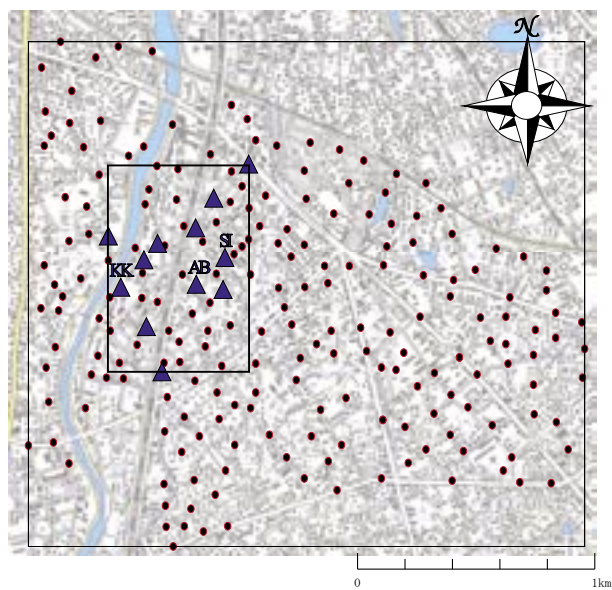


Fig. 4 重力測定点配置図

3-2. 重力異常

重力計読取値に器械高、ドリフト補正、フリーエア補正、ブーゲ補正、地形補正を施し、重力異常 (Fig. 5) を得た。なお、地形補正については重力測定点から 50km までの範囲を打ち切り距離とし、測定点から 2km までを近傍域、2km から 6km までを中間域、6km から 50km までを遠方域と分割して、それぞれの範囲で処理を行った。また、補正密度については地形のパターンとブーゲ異常が無相関なものを最適であると考え、その結果 $2.4g/cm^3$ の補正密度を採用した。

4. 2次元断面解析

ブーゲ異常図から断層のおおよその位置は読み取ることにはできるが、地下の詳細な構造まではわからない。そこで求められたブーゲ異常図から 2次元断面解析を行った。解析の際の断面は地表での温泉集中部分を通るように選んだ (Fig. 6)。解析においては、表層は第四紀層と古第三紀層、基盤層を花崗岩層とする 2層構造を仮定し、3つのボーリング孔の地質柱状図から得られる地層境界面をコントロールポイントとした。表

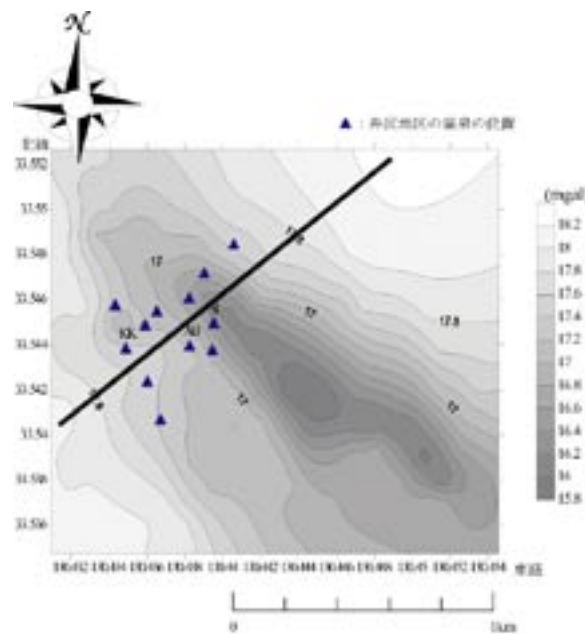


Fig. 6 2次元重力解析断面の位置（実線）とブーゲ異常・温泉の分布

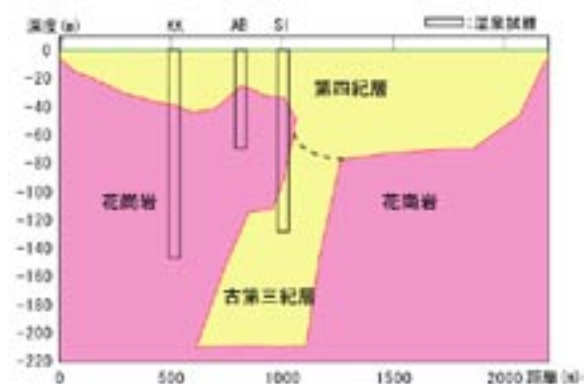
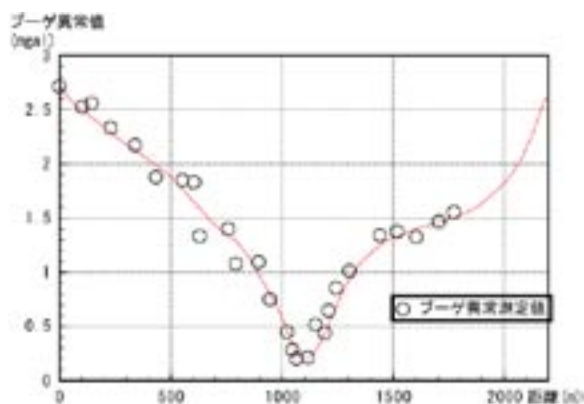


Fig. 7 (上) ブーゲ異常測定値と計算値 (下) 推定された基盤構造

層と基盤層の岩石の密度差についてはその値を 0.3、0.4、0.5、0.6g/cm³ と変化させ、それぞれのブーゲ異常値が測定値に最も近くなるように適合させた結果、0.5g/cm³ が最もよく適合したため、その値を採用した。2次元断面解析の結果は Fig. 7 に示す。

Fig. 7 から 2つの大きな地層境界が確認できる。そのうち清水俊英泉 (SI) 直下にあるものについては北から伸びている警固断層の一部であると判断した。

5. 考察

Fig. 8 に 2次元断面解析によって得られた地下構造モデルに地下での温度コンターを加えた図を示す。Fig. 8 から安部隆典泉 (AB) 直下の部分の温度が最も

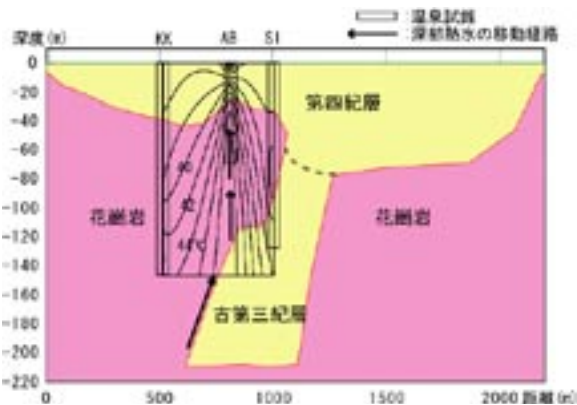


Fig. 8 温度プロファイル、地下構造及び熱水流動との関係

高いことがわかる。これは Fig.3 の泉温分布からもわかることである。よってその付近が温泉群の高温の中心であり、警固断層とは異なった透水ゾーンが花崗岩内に発達しているのではないかと推定した。つまり Fig. 8 に示す矢印のように地下深部から断層 (警固断層) を通り上がってきた熱水が安部隆典泉下の深度 70 m ~ 150 m 付近の透水ゾーンに達し、そこから周囲に広がっていると考えた。

6. 結論

本研究の結論として

1. 調査地域内の地下に存在する 2つの断層の位置を推定し、そのうちの 1つを警固断層の一部であると判断した。
2. 調査地域の温泉の一つ、安部隆典泉下深度 70 ~ 150 m 付近に警固断層とは異なる透水ゾーンを花崗岩層内に推定した。
3. 井尻地区では地下深部から断層 (警固断層) を通り上がってきた熱水が花崗岩中の透水ゾーンに達し、そこから温泉として周囲に広がっていると考えた。

参考文献

- 桂 郁雄・西田 潤一・西村 進 (1987), KS-110-1 標高データを用いた重力の地形補正計算プログラム, 物理探査, 第 40 巻第 3 号, p.161 - 175.
- 駒澤 正夫・石原 丈美 (1999), 物理探査学会, 物理探査ハンドブック 手法編, 第 8 章 重力探査, p.433 - 468.
- 唐木田 芳文・富田 幸臣・下山 正一・千々和一豊 (1994), 福岡地域の地質, 地域地質研究報告, 5 万分の 1 地質図幅, 福岡 (14) 第 51 号, p.1-192.
- 松下 久道・三木 孝・山下 明夫 (1971), 福岡市南部で知られた逆転構造, 九州大学理学部島原地震火山観測所研究報告, no.7, p.1 - 8.
- 山下 明夫・太田 一也・大川 昭寛・植木 康幸 (1965), 福岡市の地下水電気探査について, 九州鉱山学会誌, 第 33 巻第 10 号, p.407 - 414.