

南伊豆温泉地域におけるトレーサー試験 Tracer test at Minami-Izu hot spring area, Shizuoka

柳澤 教雄^{1*}, 松山一夫², 富田 一夫², 武田康人², 阪口 圭一¹, 安川香澄¹

Norio Yanagisawa^{1*}, Kazuo Matsuyama², Kazuo Tomita², Yasuto Takeda², Keiichi Sakaguchi¹, Kasumi Yasukawa¹

¹ 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門, ² 東電設計

¹Green-AIST, ²TEPSCO

1. はじめに

静岡県の南伊豆地域において、2010年度から環境省による「温泉共生型地熱貯留層管理システム実証研究」プロジェクトが、産総研や東電設計などにより実施された。南伊豆の温泉地域は、東西約2km、南北1kmで多数の源泉が存在し、特に西部の加納温泉地域では多くが自噴であり、100 前後で、Cl 濃度 10,000ppm 前後の高塩濃度の温泉水が150 m 前後の温泉貯留層から生産される。そして、東部地域にいくにつれ温度が低下し、Cl 濃度も減少している。このような地化学調査等から提唱されている温泉水の流動モデルでは、西部の加納地区に熱水の上昇域があり、そこから東方に流動があると考えられた。

そこで、本プロジェクトにおいては、加納地区において、深度 600 m の観測井、深度 150m の涵養井の 2 本を掘削し、温泉貯留層への涵養試験にあわせて、涵養井にトレーサーを実施した。そして、観測井および 4 ヶ所の源泉でモニタリングを行うことにより、温泉貯留層内の流動状況を把握する。

2. トレーサー試験の概要

温泉貯留層への涵養は、観測井から温泉水をくみ上げ涵養井に注水する形で、2012年の9月12日から27日まで実施された。そして、9月16日の8:59~9:02にトレーサー(ウラン)500gを500Lの水溶液として温泉貯留層に投入した。そして、涵養井の70m何南西にある大学の湯(K-13)、100m東の共同湯(K-3)、170m東北東の玉川湯(K-11)、250m北東の八重ヶ瀬湯(K-6)において9/16から12月中旬まで定期的に温泉水サンプリング、トレーサー濃度測定を行った。また、K-13、K-3、K-11では光ファイバーシステムによるトレーサー濃度連続測定システムを設置した連続観測を合わせて行った。

3. 結果及び考察

トレーサー投入後、まず9時間後に約70m離れた大学の湯(K-13)から高濃度のトレーサーが出現した。ピークは3日後で濃度は60ppbに達した。また、11月末までの温泉生産量およびトレーサー濃度から算出した回収率は30%以上の高い値を示している。この出現時間、応答曲線、回収率は、高温岩体試験での人工亀裂に類似したものであった。そして、Sameshima and Iwahashi(1970)によると、涵養井および大学の湯付近を通り、NNW-SSE方向にのびる断層が確認されている。以上のことより、涵養井から大学の湯にかけては断層にそって、温泉水の導通が良好であり、トレーサーが早期に高濃度で出現したと考えられる。

また、観測井では投入4日後からウラン濃度が上昇しており、涵養した注水の下方流動があることが示唆された。

一方、水平流動については、最初に、11日後に約150m下流に位置する玉川湯からトレーサーの出現が観測された。さらに共同湯からは19日後、八重ヶ瀬湯からは34日後に検出され、水平流動の存在が示された。また、玉川湯のトレーサーのピーク濃度が他の10倍近くを示し、出現が早かったことから、水平方向の流動は、涵養井から玉川湯の方向であると考えられ、断層に対して直角の方向であることが示された。

キーワード: トレーサー試験, ウラン, 温泉, 光ファイバーシステム, 断層, 水平流動

Keywords: Tracer test, Uranine, Hot spring, Optical fiber system, Fault, Horizontal flow