

## 「放射性廃棄物地層処分における熱・熱水の影響評価に関する基礎研究」の 背景と概要

玉生志郎<sup>1</sup>

Shiro Tamanyu (2004) Background and summary of the basic study on the assessment of influence by heat and hydrothermal water for geological disposal of nuclear waste. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 55(11/12), p.389 - 391, 1 fig.

**Abstract:** The purpose of the research is to comprehend earth scientific characteristics and genetic origins of high-temperature anomalous areas, and to examine the evaluation methods for the effects of heat and hydrothermal water on surroundings of geological repository of high-level nuclear waste at the stages of extraction of Preliminary Investigation Areas (PIAs) and of its following site-specific surveys. This special issue is prepared to introduce the outline of the project and preliminary result of each subdivided research subject. The conceptual model of subsurface thermal anomalies is tentatively proposed. The research contents and results are described briefly as follows.

1) An examination of earth scientific characteristics of high-temperature anomalous areas

(1) Examinations of extraction of thermal anomaly and comprehensive method of characteristics based on discharged heat from hot springs

The problems on data acquisition, data use and calculation of discharged heat from hot springs, are investigated. The data of hot springs recently exploited are newly collected at Tohoku district.

(2) An examination of construction of data base for rock alteration, and partially construction of data base

General software is investigated how to be utilized for construction of the data base of rock alteration, and the data base is partially constructed for geothermal bore hole data in Kyushu district.

(3) Information gathering on earth scientific characteristics and 2D-3D visualization of data

The distribution maps concerning topography, geology, seismic hypocenter, electric resistivity, Curie-point isotherm depth, and subsurface isotherms are collected and summarized as input data to the data base for 2-D and 3-D visualization.

2) An examination of genetic origin of high-temperature anomalous areas

The domestic and international references are surveyed on analytical methods using multi-components and multi-phases simulators for fluid flow, and on analytical regions and boundary conditions for regional analysis.

3) An examination of survey, analysis and evaluation methods

(1) Analytical method for deep subsurface structures by electromagnetic survey

Pre-existing electromagnetic (MT) data in Tohoku district are re-analyzed. It is recognized that temperature anomalous zones are presumably identified as low electric resistive zones.

(2) Analytical method of deep subsurface structures by hypocenter distribution

Deep-seated geothermal resources map and hypocenter distribution map in Tohoku district, are compared each other. It is recognized that hypocenter distribution is useful to identify the hydrothermal areas.

(3) Analytical method of long-term change of geothermal system by radiometric dating method

It is confirmed by reference survey that ESR dating is an optimum method for age-determination of geothermal activity. The research subjects and possibilities of ESR applications are investigated.

(4) Evaluation method for heat and hydrothermal activity effects based on fluids geochemistry

Characteristics and diversity of fluids in granitic bodies are summarized by reference survey. The subjects to be investigated are listed.

**Keywords:** geological repository, heat, hydrothermal system, subsurface survey, data analysis, simulation, evaluation method

<sup>1</sup>地圏資源環境研究部門 (Institute for Geo-Resources and Environment, GSJ)

## 1. はじめに

2000年の第147国会において可決された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」では、概要調査地区は、将来にわたって地震などの自然現象による地層の著しい変動が生ずるおそれが少ないと見込まれることを文献により調査して選定し、概要調査地区の調査によりこれを確認することが求められている。1999年に核燃料サイクル開発機構がとりまとめた「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性・地層処分研究開発第2次取りまとめ」(核燃料サイクル開発機構, 1999)では、温泉などの熱異常については、火山の中心からの距離が離れるにつれ水温や化学成分などの異常が小さくなるので、候補地を火山体から一定距離はなれた場所に選定することで避けている。

上記の通り、概要調査地区選定上の考慮事項で個別地区ごとに評価する事項において、処分場への影響を及ぼすものの一つとしてマグマによる熱・熱水の影響をとりあげ、将来を含めその影響が著しい場所を概要調査地区に含めないこととしている。文献によって、これが明らかな地域は除外されるが、文献情報が無い場合も含めて明確にこの著しい影響範囲を把握できない場合は、精密調査地区選定以降の調査(概要調査以降の調査)によって確認していくこととなる。

また、概要調査以降の調査において、この影響範囲を把握し将来の予測を行うためには、現在の熱・熱水の影響を評価するための適切な調査領域の設定と調査手法の選択及び将来のこれらの影響に関する評価手法の確立が必要である。我が国には火山と明確な関連のない高温地域も知られているので、それらの熱異常の成因を明らかにし、いくつかのタイプに分類する必要がある。そして、それぞれのタイプに応じた調査・解析・評価手法の整備が必要となる。

本研究では、このような背景のもと、概要調査地区選定結果の信頼性を高めること、及び適切な概要調査以降の調査計画の立案に資することを目的に、高温地域の地球科学的特性と成因の把握及びそれらの将来を含む影響の評価を行うための調査・解析・評価手法について検討することとしている。この特集号では、2003年度に原子力発電環境整備機構の委託研究で実施した「熱・熱水の影響評価手法に関する検討」(2004)の結果を、公表論文形式に書き改めたものである。

## 2. 非火山地域の熱異常 概念モデル

本研究を進めるに当たり、作業仮説として、以下のような非火山性地熱資源の分布と熱源の概念モデル(第1図)を作成した。これは東北地方の東西断面を模

式的に描いたものである。火山フロントには第四紀火山活動に伴うマグマが存在し、それが熱源となって多くの温泉が形成されている。火山フロントの前弧側では、火山フロントから離れるに従い、一般的には、温泉の密度と温度が低下する。20~30 kmほど離れると、ほとんど温泉はなく、鉱泉のみとなる。ただし、火山フロントから75 kmも離れた常磐や、また40 km程はなれた上北平野には、多くの温泉が存在している。このような非火山地域の熱異常は全国各地に認められる。そこで、このような非火山地域の熱異常の状況や成因を明らかにさせるために、高温地域の地球科学的特性、高温地域の成因、調査・解析・評価手法の観点から研究を開始した。

## 3. 研究概要

本特集号は、我が国における高温地域の地球科学的特性と成因を把握し、放射性廃棄物の地層処分のための概要調査地区選定及びそれ以降の調査段階における熱・熱水の影響評価を行うための調査・解析・評価手法についてレビュー及び解析を行ったものである。以下にその概要を記述する。

### (1) 高温地域の地球科学的特性の検討

以下に示す文献調査及びデータの収集・整理を行った。  
①温泉放熱量に基づく熱異常抽出・特性把握方法に関する検討

温泉放熱量計算法や利用可能なデータの収集に関わる定性的な検討を行うとともに、最新の温泉データの収集の一部を行った。収集したデータのうち、泉温と湧出量の関係、温泉の自噴湧出量割合の経年変化、近年の新規掘削温泉井の状況変化の深度内訳などは興味深いデータである。

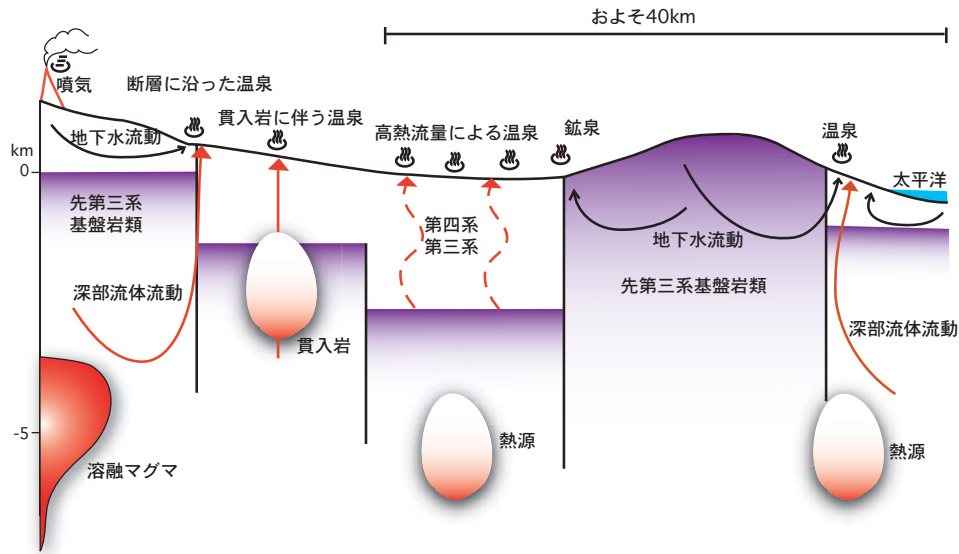
②地球科学的特性に関する情報収集及び2次元・3次元可視化

東北地方中東部を対象に、地質図、キュリー点等温面深度分布、MT法による比抵抗分布、微小地震分布、地温データ、標高データを収集した。データベース・システム(G★Base)を用いて、これらのデータを可視化して、相互比較を行った。その結果、火山フロントと微小地震、比抵抗と微小地震、温度(キュリー点等温面深度)と微小地震の三つの組み合わせで、比較的良好な相関が認められた。

### (2) 高温地域の成因の検討

広域流動シミュレーションに関する国内外の文献レビューによる動向調査を実施するとともに、地熱用の多成分多相流体流動シミュレータについて既存技術のレビューを行い、広域流動シミュレーションにおける

「放射性廃棄物地層処分における熱・熱水の影響評価に関する基礎研究」の  
背景と概要(玉生)



第1図 非火山地域の熱異常概念モデル図

Fig. 1 Conceptual model of subsurface thermal anomalies in non-volcanic area.

スケール(規模), 境界条件(モデルの境界条件, 塩淡領域の挙動)等に関する研究動向を整理した。

(3) 調査・解析・評価手法の検討

熱・熱水の影響評価における最適な調査・解析・評価手法を確認するために, 以下に示す検討を行った。

①電磁探査による深部構造解析手法

東北地方において実施されたMT法調査の解析結果について比較を行った。火山フロントより外弧側に位置する地域でも, 宮城県北部地域のように地殻中深部に低比抵抗異常を有する場所と, 阿武隈地域のように顕著な低比抵抗異常のない場所が存在する。これらから, 地殻中深部の非火山性熱異常の存在を比抵抗構造から推定できる可能性が示唆される。

②震源データを用いた深部構造解析手法

東北地方における地震の震源分布と深層熱水資源賦存地域との相関を調べた。その結果, 稠密な地震観測網が整備されてからの期間が短いため, 用いたデータが東北地方の定常的な地震活動を十分反映していない可能性があるものの, 深層熱水資源賦存地域では地震活動があまり活発でないことがわかった。また, 地殻内部に発生する地震について, 震源の深さ分布の下限を求め, 熱流量との相関があるか否か, 予察的な検討を行った。

③放射年代測定法を用いた地熱系の長期変動解析手法

地熱系の長期変動解析に利用できる放射年代測定法として電子スピン共鳴(ESR)法及び熱ルミネッセンス(TL)法に着目し, これまでの研究例を総括するとともに今後の課題を抽出した。

④流体地化学に基づく熱・熱水の影響評価手法

国内外の文献調査を通じて, 花崗岩中に賦存し得る流体の性状とその多様性について整理を行い, 今後の熱・熱水の影響評価に関わる, 流体地化学の観点からの検討課題の抽出を試みた。

**謝辞:** 本研究は原子力発電環境整備機構の委託研究として実施したものである。ここに当機構に対して, 感謝の意を表す。

文 献

- 核燃料サイクル開発機構(1999) わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性地層処分研究開発第2次取りまとめ総論レポート, JNC-TN1400 99-020 (pdf ファイル)。
- 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門(2004) 熱・熱水の影響評価手法に関する検討。原子力発電環境整備機構委託研究報告書, 146P。

(受付: 2004年12月3日; 受理: 2004年12月16日)