

学位論文の要旨

専攻	安全システム工学 専攻	ふりがな 氏名	すずき ようた 鈴木 陽大
学位論文題目	新地熱探査手法としてのストリーム pH マッピング法の提唱 (Proposal of stream pH mapping as a new geothermal exploration method)		
<p>本学位論文では、新しい地熱探査手法として、ストリーム pH マッピング法を提案する。</p> <p>第1章では、2011年に発生した東日本大震災以降、急激に変化した日本の地熱開発状況について触れ、時間的・経済的に効率的な新地熱探査手法開発について記述する。なぜなら、地熱開発促進の機運は高まっているが、地熱開発を促すためには地熱調査にかかるリードタイム短縮とコスト削減が不可欠だからである。したがって、本研究では、リードタイム短縮およびコスト削減に寄与する目的で、新しい地熱探査手法としてのストリーム pH マッピング法を提案する。ストリーム pH マッピング法は調査地域において、沢水、湧水、温泉水からなる地表水の pH を稠密に測定し、分布図の作成から地熱開発に適した地熱貯留層位置を推定することを試みる手法である。従来の地熱資源調査において、熱水の pH 測定は行われているが、地熱地域全域の地表水の稠密な pH 分布図を作成し、これを地熱探査手法として活用する研究は行われていない。</p> <p>第2章では、ストリーム pH マッピング法の研究対象地として選定したむつ燧岳地熱地域について記述する。むつ燧岳火山は、本州最北端に位置する標高 781.3m の第四紀成層火山である。むつ燧岳流域は、北東方向に開いた馬蹄形カルデラ地形を形成している。本研究では、このカルデラ内をむつ燧岳地熱地域と呼称した。むつ燧岳地熱地域では、過去の地熱開発促進調査で最高温度 228.5°C の熱水が確認されている。しかし、この熱水は酸性を示し、ケーシングパイプの著しい損傷が確認されたことから、むつ燧岳地熱地域において地熱開発を成功させるためには、中性の成熟した地熱貯留層を発見することが最も重要な課題である。</p> <p>第3章では、本研究で実施した断層露頭調査、pH 測定、水質分析の方法論について記述する。2014年6月から2016年10月の期間に、むつ燧岳地熱地域において75地点で沢水、湧水、温泉水の pH を現地測定し、pH 分布図を作成した。また、pH 測定と同時に水試料の採取、水質分析を行い、化学組成の把握も試みた。</p> <p>第4章では、断層露頭調査で新たに発見されたむつ燧岳東麓断層、ストリーム pH マッピング法による結果、アニオンインデックスについて記述する。むつ燧岳東麓断層は NNW-SSE 方向の走向を持ち、東に高角度で傾斜する正断層である。むつ燧岳東麓断層付近には、既存研究により熱水変質作用に起因すると考えられる変質帯の分布が報告されていることから、地熱貯留層を形成して熱水上昇を規制していた可能性が示唆される。また、地表水の pH 分布図は大局的には、山頂付近で酸性を示し、山頂から離れるにつれて pH 値が上昇していく傾向が見られた。しかし、その大局的傾向を遮るように pH 7 前後の中性領域が NNW-SSE 方向に伸びており、この中性領域とむつ燧岳東麓断層の位置が</p>			

一致することが示された。また、アニオンインデックスの分布図は、pH 分布図と同様の傾向を示した。

第5章では、ストリーム pH マッピング法が新地熱探査手法になり得る理由として考える Shadow 効果について記述する。第4章で記述したが pH 分布図は大局的には、山頂付近で酸性を示し、山頂から離れるにつれて pH 値が上昇する傾向を示した。これは、山頂付近では火山性ガスの影響を強く受けて強酸性を示すが、山頂から離れるにつれて火山性ガスの影響が弱まり、また天水など他の水との混合割合が増加するため徐々に pH 値が上昇すると考えられる。しかし、地下に熱水貯留層が存在すれば、地下深部より上昇する火山性ガスが成熟した中性熱水を有する地熱貯留層中にトラップされ、地表面に現れないと考えられる (Shadow 効果)。この地熱貯留層による Shadow 効果により、NNW-SSE 方向に伸びる pH 中性領域とむつ燧岳東麓断層の位置が一致したと考えられる。

第6章では、ここまでの内容を総括し、結論としてまとめる。むつ燧岳地熱地域において 75 地点で地表水の pH を測定し、分布図を作成した。その結果、大局的傾向を遮るような pH の中性領域とむつ燧岳東麓断層が一致し、ストリーム pH マッピング法が新地熱探査手法になり得ることを示した。ストリーム pH マッピング法は実験室での分析を必要とせず現地で完了するため、従来手法に比べて、時間的にも経済的にも効率的である。