

ふりがな	ウルドゥ エレミン シェイバニ
氏名	Ould Elemine Cheibany
学位	博士(理学)
学位記番号	新大院博(理)第230号
学位授与の日付	平成16年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	Hydrogeochemistry of groundwaters and geothermal waters from fault-related basins in the northern Fossa Magna region, central Japan (北部フォッサマグナ地域の断層盆地における地下水及び地熱水の水文地球化学)

論文審査委員	主査	丸井 英明	教授
	副査	山岸 宏光	教授
	副査	加々美寛雄	教授
	副査	狩野 直樹	助教授
	副査	渡部 直喜	講師

博士論文の要旨

本論文には、北部フォッサマグナ地域の3つの断層盆地において実施された地熱水の水文地球化学的研究がまとめられている。主たる研究の目的は、(1)地下水・地熱水の起源、(2)それらの流動系、ならびに(3)化学組成変化の形成機構を解明することにある。これらの目的のために、地下水、地熱水、湧水、及び河川水からなる数多くのサンプルを採取した。酸素同位体比と水質のデータは、地下水や地熱水がいずれも天水起源であり、これらの水は周囲の山地・丘陵の異なる標高で涵養された事を示している。地熱水の酸素同位体比は、同一地域の地下水に比して小さい値をもち、このことは、地熱水がより標高の高い場所で涵養された水であることを特徴づける。地熱水の主たる熱源は、地温勾配に基づく地温の増加であり、深い水循環によって熱を獲得したと推定される。これらの地熱水は非火山性であり、断層に規制された地熱資源といえる。

調査対象地域は新潟県六日町盆地、新潟県笹神地域、長野県野沢温泉地域の3地域である。六日町盆地と笹神地域は新発田-小出構造線に沿う断層盆地であり、野沢温泉は津南-松本構造線の近傍に位置する。これらの地域の地熱水の化学組成や同位体組成は異なっているが、それらのデータはそれぞれ共通した以下の特徴を示す。

- (i) 天水は、深部まで浸透し、熱を獲得し、地下の岩石と反応し、根源となる地熱帯水層を形成すること。
- (ii) 主たる溶存成分は天水と岩石の相互作用によってもたらされること。
- (iii) 天水の深部への浸透下降で形成された地熱水の上昇が、断層構造に支配されていること。
- (iv) 塩分濃度の高い深部由来の地熱水は、浅い深度において、しばしば低温かつ塩分濃度の低い地下水と混合し、希釈されること。

これらの共通性に対して、それぞれの地域に固有な地下水・地熱水の水温、化学組成、同位体組成には多様性が認められる。それぞれ異なる地質学的、水文学的条件の違いを反映し、多様性が生じている。

1. 六日町盆地

六日町盆地西縁にみられる地下水は、水温、溶存成分濃度、塩化物イオン濃度が盆地東部の地下水に比して高い。これは、水-岩石相互作用の進行並びに地熱水の混入の影響で説明できる。主要な地熱水は、

塩化ナトリウム型であり、越後山地を涵養域とする。湧出温度は 36.4~64.7°Cである。貯留層温度は、およそ 126~166°Cと見積もられる。盆地西部に見られる低温で、塩化物イオン濃度の低い地熱水は、地下水との混合で説明できる。

2. 笹神地域

笹神地域の地熱水は、主として硫酸ナトリウム型であり、湧出温度は 18.8~40.3°Cである。ストロンチウム同位体比及び硫黄同位体比は、溶存成分の由来が地下の第三紀層との水岩石相互作用の結果であることを示唆する。化学組成の空間的变化は、水-岩石相互作用の進行程度、地下水との混合、及び鉱物の析出等に起因する。地化学温度計で見積もられた貯留層温度は 95~145°Cである。

3. 野沢温泉地域

野沢温泉地域の地熱水の湧出温度や溶存成分濃度は、前述の六日町盆地や笹神地域にみられる地熱水よりも高い。水質は硫酸ナトリウム型であり、湧出温度は 20.4~83.6°Cである。ストロンチウム同位体比及び硫黄同位体比は、溶存成分が安山岩及び地下に分布する第三紀海成堆積岩に由来することを示す。地熱水の水温、化学組成、同位体組成には大きな変動がある。硫黄同位体比および化学組成は、地下浅所における地下水による混合・希釈と、バクテリアによる硫酸還元作用の影響を示す。貯留層温度は 198~204°Cと見積もられた。近接する毛無火山は活動していないが、深部に存在したマグマ溜まりの残留熱が熱源になっている可能性がある。ただし、地球化学的指標は、地熱水が非火山性であることを示す。

本研究は、地熱水の起源、流動系、並びに分布が断層構造に強く規制されていることを示した。断層の存在は、深部に達する水循環、地熱水の上昇・湧出、及び浅所における地下水との混合を可能にする。さらに断層運動によって形成された地形的起伏の大きい山地-盆地構造は、動水勾配を増大させ、深い水循環を活発化させる。同位体組成・化学組成に基づくと、新潟地域の地熱水は、(1) 油田地帯の化石海水起源型、(2) 天水起源型、及び(3) 両者の混合型に大別される。新潟地域にみられる天水起源の地熱水は、主要な構造線に沿って、限定的に分布することが示された。断層運動による地形発達に伴って、地熱資源も発達する可能性を示唆した。

審査結果の要旨

調査地域におけるこれまでの地熱水の調査・研究の多くは、温泉資源の探査・開発等を目的とするものであった。最近になって、地熱水の水文地球化学的研究は、他の研究分野からも注目されるようになった。例えば、震源の深さが数キロメートル以浅の群発地震などは、その発生機構が深部の地熱流体の挙動と密接に関係すると考えられている。しかしながら、地熱水の挙動ならびに地球化学的水文地質学的特徴は、未だ十分に解明されていない。本論文は、地熱水の水質分析と多種の同位体分析を組み合わせた水文地球化学的研究であり、単に断層盆地における地下水・地熱水の起源や流動の理解にとどまらず、地震学や構造地質学との共同による将来の新しい研究分野の機軸となる基礎的研究と位置づけられる。

本論文では、質の高い地球化学的データを提示し、それらに基づく緻密な議論・考察が展開されている。北部フォッサマグナ地域の新発田-小出構造線に沿う断層盆地である新潟県六日町盆地、同県笹神地域、津南-松本構造線の近傍に位置する長野県野沢温泉地域の3地域において、詳細な水文地球化学的研究が行われている。これらの断層盆地に共通した地下水・地熱水の挙動、さらには、各地域の地形・地質条件に応じた固有の地熱水の地球化学的進化過程を明らかにするなど、新発見も多い。また、3地域で得られた知見に基づいて、新潟地域における既往の地熱水のデータを再分類し、この地域の天水起源の地熱水が主要な構造線沿いに限定的に分布することを示し、断層運動による地形発達と地熱資源も形成・発達が密接に関係することを示唆した。博士論文として、地球化学的にも水文地質学的にもその水準に十分達していると判断した。よって、博士(理学)として適正であると評価した。