

2004年新潟県中越地震による地下水異常と水質、酸素同位体組成、活構造

Groundwater anomalies, hydrogeochemistry, and active structures related to the 2004 Niigata Chuetsu Earthquake

佐藤 早苗 [1]; 氏原 英敏 [1]; # 豊島 剛志 [2]; 渡部 直喜 [3]; 小林 健太 [4]; 大川 直樹 [5]; 和田 幸永 [6]; 小安 孝幸 [7]; 小泉 尚嗣 [8]

Sanae Satoh[1]; Hidetoshi Ujihara[1]; # Tsuyoshi Toyoshima[2]; Naoki Watanabe[3]; Kenta Kobayashi[4]; Naoki Ohkawa[5]; Yukinaga Wada[6]; Takayuki Koyasu[7]; Naoji Koizumi[8]

[1] 新大・理・地質; [2] 新潟大学・大学院自然科学; [3] 新潟大・災害研; [4] 新潟大・自然科学; [5] 新潟大・理・地質; [6] 新潟大学・大学院自然科学

; [7] 新潟大学・大学院自然科学; [8] 産総研地質

[1] Dept. Geol., Fac. Sci., Niigata Univ.; [2] Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ.; [3] Rsrch. Inst. Hazards, Niigata Univ.; [4] Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ.; [5] Geology, Sci., Niigata Univ.; [6] Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ.; [7] Grad. Sch. Sci. & Tec., Niigata Univ.; [8] GSJ, AIST

2004年12月~2005年3月にわたる消雪井戸地下水の調査の結果、2004年新潟県中越地震の余震域周辺地域にある、地震前の複数の高温異常帯（大木ほか、1998）において、中越地震に伴う温度上昇が認められた（佐藤ほか、2005）。また、新たな複数の地下水の高温異常帯が発見された。これらの異常は、地震に伴って新たな破壊面が発生・拡大し、断層に沿った透水性が上昇したことを示していると考えられる。本報告では、これら異常な地下水の起源、涵養域、流動システムといった水文地質学的特徴を把握し、断層活動との関連を吟味するために、水質と酸素同位体の分析を行った。

その結果、本地域の消雪井戸地下水の水質には、Na-Cl、Na-HCO₃、Ca-HCO₃、Mg-HCO₃、Na-SO₄、Ca-SO₄、Na-Ca-HCO₃の型が識別された。これら化学組成の型と水温や酸素同位体組成などを組み合わせると、高温異常帯の地下水は、以下のように、（1）高温・高電気伝導度・低酸素同位体比・Na-Clタイプ、（2）高温・高電気伝導度・低酸素同位体比・Na-HCO₃タイプ、（3）中温・高電気伝導度・高酸素同位体比・Na-Clタイプ、（4）低温・低電気伝導度・中酸素同位体比・Ca-HCO₃タイプ、（5）低温・低電気伝導度・中酸素同位体比・Na-HCO₃タイプの5つに分類される。これらのタイプは、深部地層水や天水、断層と関連して、異なった地下水の流動システムによって生じている。このことが、水文地質学的モデルによって示される。

消雪井戸地下水の温度異常や水質・酸素同位体組成などの違いに基づくと、中越地震に伴って透水性が増したために、下記の断層に沿って地下深部の地下水が上昇したと判断される。透水性の増大は、中越地震に伴ってこれら断層面に沿った破壊が起こり、地下水の通路ができたためであると考えられる。しかし、現在の所、これらの断層が震源断層として機能したかどうかは判断できていない。

- 1) 悠久山断層とその南西延長として推定される伏在活断層（雁行状配列を示す）
- 2) 長岡平野の高温帯によって示される伏在活断層
- 3) 小千谷市中央部の南北方向高温帯によって示される伏在活断層（信濃川西岸で、小千谷-越路間の平野下）
- 4) 川口町にて西北西-東南東方向に推定される伏在活断層
- 5) 六日町盆地西縁断層の北方延長として推定される伏在活断層
- 6) 堀之内地域にて北北東-南南西方向に推定される伏在活断層
- 7) 小平尾断層にほぼ直交する北西-南東方向の高温帯によって示される伏在活断層

これらの断層と異なり、鳥越断層や片貝断層は、中越地震時に破壊していないと考えられる。

中越地域では、活断層によって、断層沿いに循環している地下水の化学組成・タイプが異なっていることが明らかとなった。このことは、活断層によって、断層面に沿って沈殿し、破壊面を固化させる鉱物種が異なる可能性や、鉱物の沈殿による地下水流量や間隙水圧、断層の強度、回復過程の変化を生む可能性を示唆している。したがって、活断層調査に地下水調査を加えることが望まれよう。