

## 45. 新潟県松之山地域における高濃度 Na-Cl 型地下水の分布

Distribution of groundwater containing high concentration of Na-Cl ions in the Matsunoyama Area, Niigata Prefecture

○渡辺征稔, 田中和広 (山口大学理工学研究科)

Masatoshi Watanabe, Kazuhiro Tanaka

## 1. はじめに

新潟堆積盆地には新第三系～第四系からなる堆積岩類が広く分布しており、全層厚は 5,000m 以上に達する<sup>1)</sup>。新潟堆積盆地の深部には高塩濃度地層水が滞留しており、地層水は通常、資源利用を目的としたボーリング掘削等によって確認することができる。一部の地域では異常間隙水圧を動力として地層水が地下深部から上昇し、泥火山<sup>2)</sup>や地すべりブロック<sup>3)</sup>、油田、温泉を通じて地表に湧出している。しかし、その Cl<sup>-</sup>濃度は地域によって異なっており、また地層水の流動を規制する地質的要因について詳細な議論はなされていない。本研究では、ドーム構造が発達し、大規模地すべりや温泉が存在する松之山地域において地層水の湧出箇所と地化学的特徴から、地層水の上昇経路や湧出を規制する地質・地質構造を明らかにすることを目的とする。

## 2. 調査地域の概要

松之山地域には北東-南西方向に長軸をもつ松之山背斜が分布しており、背斜軸上の大松山(標高 674m)付近を中心としたドーム構造が想定されている(図-1)<sup>4)</sup>。本地域の地質は主として新第三系からなり、下位より松之山層、樽田層、須川層、田麦川層が重なる。中央部に分布する松之山層は北部において須川層と松之山断層で接している<sup>4)</sup>。

本地域は全国でも有数の地すべり地帯であり、国の指定する地すべり防止指定区域は総面積の大半を占める。松之山温泉は、メタンガスを伴う塩化物泉であり、深さ 170m~1310m の掘削で得られた泉温 35~95℃ の変質した非火山性の自噴泉とされている。

## 3. 調査方法

本調査における地すべり水は横孔ボーリングからの排水であり、地表付近まで上昇する地層水を効率良く捉えることができ、採取地点とボーリング長から地下水の滞留箇所を特定できる(図-2)。

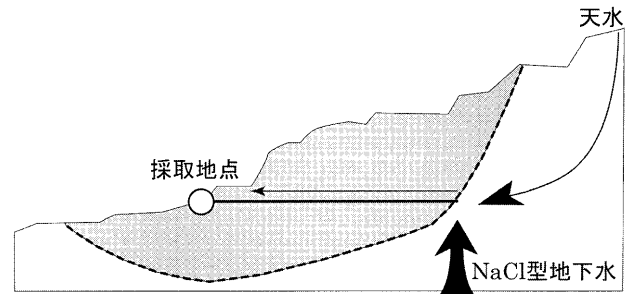


図-2 地すべり断面における地下水の供給源と横孔ボーリングの概念図

## 4. 電気伝導度(EC)と一般水質

調査地域内の EC は河川水で 10~58mS/m(以下 mS/m は省略)、井戸水、湧水で 11~64 を示すのに対し、温泉水で 4~2495、地すべり水で 12~1450 と幅広い値を示す。

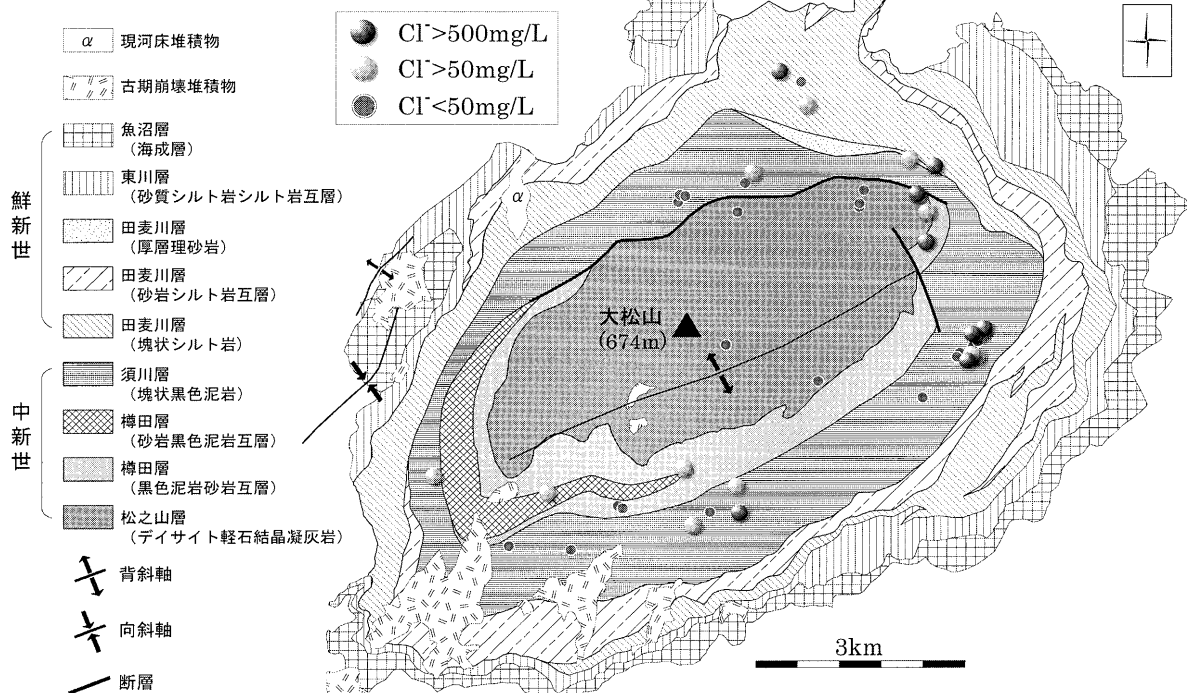


図-1 調査地域周辺の地質図及び Na-Cl 型地下水の分布 (竹内ほか, 2000 に加筆)

一般水質は河川水、井戸水、湧水が Na-HCO<sub>3</sub> 型、Ca-HCO<sub>3</sub> 型、Na-SO<sub>4</sub> 型と、浅層地下水に一般的な水質を示し、地質による違いはみられない。地すべり水には一般的な水質のほかに、須川層中の下部～中部で Na-Cl 型 (Cl>50mg/L) を示し、特に北東～東部で高濃度 Na-Cl 型 (Cl>500mg/L) を示すものがある(図-1)。温泉水は須川層より湧出しているものは Na-Cl 型、Na-HCO<sub>3</sub> 型を、松之山層下位の寺泊層より湧出しているものは高濃度 Na-Cl 型を示す。

調査地域東部に分布する5つの地すべりブロックにみられる地すべり水では、EC は中腹部の地すべり面付近で最も高い値を示す。また地すべり水の湧出量は、Na-Cl 型以外で 1.7~6.3ml/sec を示すのに対し、Na-Cl 型で 0.046~0.9ml/sec を示す。一般的な地すべり地では、天水が地すべりブロックに涵養するため、地下水位は降雨量に応答して高くなる傾向が認められるが、調査対象の地すべりの地下水位は地表面とほぼ等しく、降雨量に対する地下水位の応答は全くないか、鈍い。

調査地域北東部において、自噴地下水が確認された。この地下水は電気伝導度が 1445、一般水質が高濃度 Na-Cl 型を示し、周囲には油徴、ガス徴がみられ、自噴地下水は油・ガス田付随水に対比される。

## 5. 酸素・水素同位体比

酸素・水素同位体比の検討の結果、河川水、Na-Cl 型以外の地すべり水、温泉水は天水起源であるのに対し、Na-Cl 型温泉水は寺泊層を起源とする地層水の同位体比に対比される<sup>5)</sup>。また自噴地下水、高濃度 Na-Cl 型地すべり水は天水や地層水とは異なる同位体比を示す(図-3)。δ<sup>18</sup>O と Cl 濃度の関係から、自噴地下水と高濃度 Na-Cl 型地すべり水は、Na-Cl 型温泉水と地すべり水が混合したものと考えられる(図-4)。

## 6. 考察

Na-Cl 型地すべり水は、地下深部から上昇する高塩濃度地層水の寄与が考えられる。地表付近においては、塊状黑色泥岩からなる新第三系須川層の最下部付近に広く分布していることから(図-1)、地層の境界部が地層水の上昇経路となっていると考えられ、調査地域内では、須川層がキャップロックの役割を果たしており、地層水は須川層の下位に沿って上昇しているものと考えられる。

また、調査地域東部において、地すべり水の EC は各地すべりブロックの中腹部の地すべり面付近かつ平面的には限られた範囲で最も高い値を示すことから、地層水はスポット的に湧出しているものと考えられる。これは、キャップロックに沿って深部から上昇してきた地層水が、地表に到達するまでに、更に透水性の高い経路を選択的に Swarm 状に上昇してきたものと考えられ、その経路としてはドーム状構造の形成時に発達した断層や亀裂の存在が想定される。そのため、地層水はドーム構造の中央に位置する断層や背斜軸部ま

で到達しておらず、これらの地質構造は地層水の上昇経路とはなっていない。

一方、EC の値が低く(<100)、Na-Cl 型を示さないものは、一般的な浅層地下水にみられる水質であり、天水を起源とする循環性地下水であると考えられる。また δ<sup>18</sup>O と Cl 濃度の関係から、循環性地下水は地表付近において地層水と混合していると考えられる。しかし、地層水の寄与が想定される地すべりブロックにおいて、降雨量に対する地下水位の変動が小さく、地層水はスポット的に湧出していることから、循環性地下水と地層水はそれぞれが独立した流動系を持っていることが示唆される。

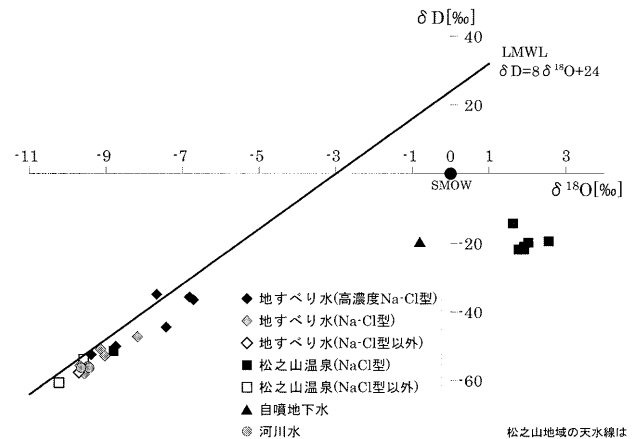


図-3 デルタダイアグラム

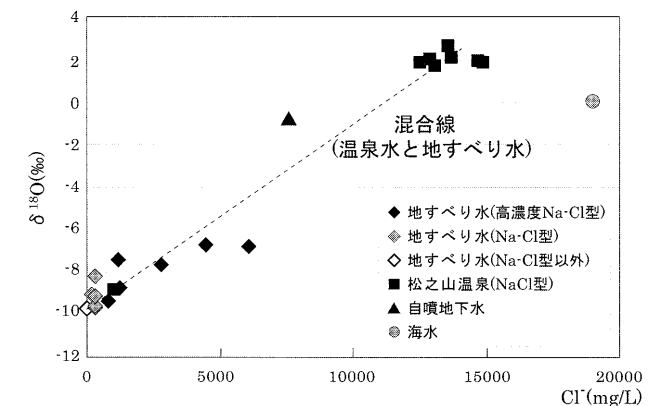


図-4 δ<sup>18</sup>O と Cl 濃度

## 7. 参考文献

- 1) 新潟県(2000): 新潟県地質図説明書, 200p.
- 2) 新谷俊一・田中和広(2009): 新潟県十日町市における泥火山噴出物の起源, 地学雑誌, Vol.118, No.3, pp340-349.
- 3) 渡辺直喜・佐藤壽則・古谷元(2009): 新潟地域の大規模地すべりと異常高圧熱水系, 地学雑誌, Vol.118, No3, pp543-563.
- 4) 竹内圭史・吉川敏之・釜井俊孝(2000): 松之山温泉地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 76p.
- 5) 加藤 進・梶原義照(1986): 新潟地域・ガス田付随水の水素および酸素の同位体組成, 石油技術協会誌, Vol.51, No.2, pp113-122.