

日本海側の地すべり密集地帯における深部地下水環境
Water chemistry of deep groundwater in wide landslide areas along Japan Sea Coast

○西山成哲・千木良雅弘・鈴木浩一・渡部直喜

○Nariaki NISHIYAMA, Masahiro CHIGIRA, Koichi SUZUKI, Naoki WATANABE

Numerous numbers of landslides have occurred in the areas of Neogene sedimentary rocks in the southern Niigata Prefecture along the Japan Sea coast. On the other hand, highly saline groundwaters have often been found in Higashikubiki Hills, Niigata Prefecture. Recent studies have found highly saline groundwaters beneath some landslides and suggested those groundwaters may be related to landslide activity. It distributed all over the hills that highly saline water is distributed in deep and shallow depth, based on the data of several preceding studies and our study. The restriction of rapid uplift to the present hills area. Therefore, highly saline water distributed in shallow depth because seawater was trapped when sedimentation uplifted with rock uplift in hills area. It is suggested that most of landslides in the hills area are caused by highly saline groundwater that is one of some (140 words).

1. はじめに

地すべりの素因には、地質・地質構造をはじめ、その斜面の構成する岩盤に由来すると考えられている。岩質の点においては、その岩盤の風化の受けやすさ、軟らかさから新第三系以降の堆積岩地域で地すべりが発生しやすくなることが知られている。中でも日本海側の新第三紀層分布地域は、地すべり多発地帯として有名である。最近では、防災科学技術研究所による地すべり地形分布図により、その分布が明らかとなってきた。その分布からも新潟の丘陵地における地すべりは、他の新第三系地域と比較しても異常に多数の地すべりが分布することが読み取れる。この地すべり地形分布の偏りの原因は、明らかとなっていない。

近年では、岩石中の間隙水の塩濃度の低下に伴い、岩石の強度が低下することを示す研究例がある (Di Maio and Scaringi, 2016 ; Tiwari and Ajmera, 2015)。これは、地下水の水質分布が地すべりの素因と成り得る可能性を示すものである。

日本海側の新第三系地域には、化石海水由来の温泉があることが知られている。また新潟の丘陵地では、地すべり地内において塩水が分布することが報告されており、これらがどのように広域的に分布するかを把握することは重要である。本発表では、我々が1山稜で実施した調査の結果を踏まえながら、さらに広域的にどのような塩水の分

布特性を持つのかを検討する。

2. 調査手法

東頸城丘陵地域は、さまざまな目的で実施された比抵抗探査および大深度井が数多く存在する。これらから比抵抗に関するデータを参照し、地下水の水質分布を推定した。

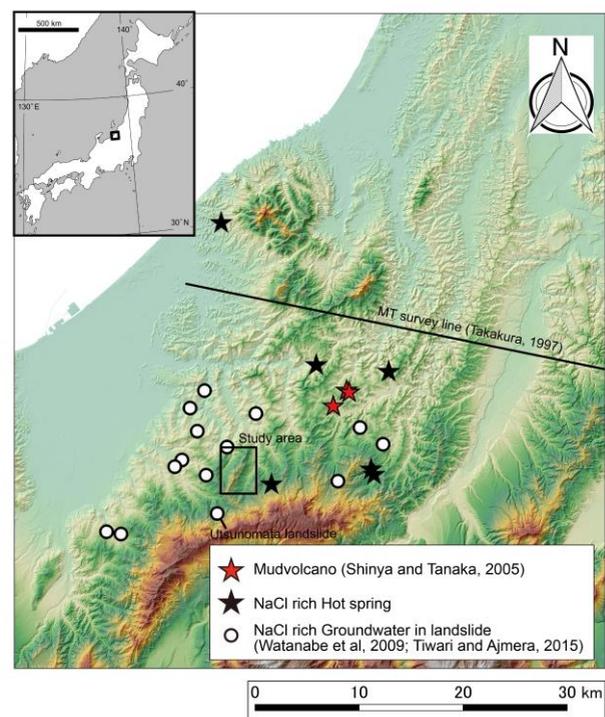


図-1 東頸城丘陵地域における塩水の分布

3. 結果および考察

我々が実施した CSAMT 法による比抵抗探査の結果から、海水相当の塩濃度の地下水が、一部を除いて地下 50~100m の浅部まで広く分布することが明らかとなった。

調査地域を含む東頸城丘陵では、本研究と同様に電磁探査が実施された例がある鈴木ほか(2009)は、本研究と同様に現地に分布する岩石試料による比抵抗の測定実験を実施しており、その比抵抗分布から地下水の EC を推定することが可能である。海水相当の EC が地下水として賦存する場合の比抵抗値は約 $3\Omega\text{m}$ と推定され、その比抵抗分布は、地下 100m 以深に広く分布する様子が認められる。佐藤ほか(2017)は、比抵抗の測定実験はされていないが、一部本調査地域に分布する岩相が分布する領域が含まれており、その領域に限って本研究の比抵抗測定実験の結果を用いることが可能である。その結果、地表付近まで海水相当の塩水が賦存すると考えられる。

調査地域の付近には、地下 3,000m まで掘削された大深度井において比抵抗検層が実施されており、地下 30m 以深から海水相当の塩濃度の塩水が地下深部まで分布することを示した。また、基礎試錐「富倉」においても比抵抗検層がされており、地表付近の寺泊層相当層の比抵抗値は $10\Omega\text{m}$ を下回っており、同様に海水と同程度の塩濃度の塩水が地表付近に分布することを示している。

山本ほか(2004)は、新潟平野部を中心に、SP 検層による地下水の塩濃度の推定結果を示している。この結果から、地下 1,000m 以深において海水相当の塩濃度となるが、それまでの深度では、深度を増すにしたがって塩濃度が増加する特徴を示しており、丘陵地域と異なり、比較的塩濃度の低い地下水が賦存する領域が深部まで分布するものと考えられる。また、丘陵地域の塩濃度の鉛直分布は、平野部と比較して上方にシフトするような分布を取っており、海水相当の塩水への到達深度は、平野部よりも浅いことが分かっている。

高倉ほか(1997)は、東頸城丘陵から魚沼丘陵にかけて MT 法探査を実施しており、深さ 15km までの比抵抗分布を得ている。解像度は粗いが、丘陵に当たる領域では、平野部と比較して地表付近まで低比抵抗が分布している様子が見える。

Takano(2002)は、東頸城丘陵地域(南部)が、

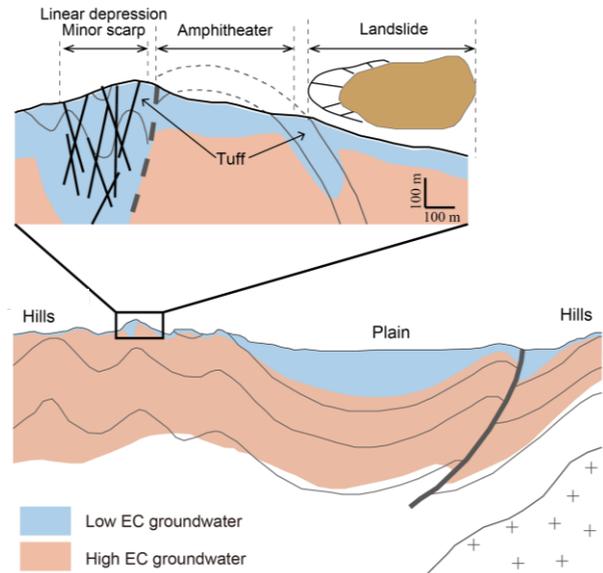


図-2 高塩濃度地下水の広域分布モデル

新潟平野周辺地域(北部)と比較して、寺泊層相当層堆積後の隆起が著しいことを示している。このことから、隆起が続いている南部地域では、堆積時にトラップされた海水が隆起とともに持ち上げられたと考えられ、そのために丘陵地では塩濃度の高い地下水が地表付近まで分布する状態となったと考えられる。

以上のことから、丘陵地域においては、その隆起過程から塩水が地表付近まで分布する環境にあり、地すべり多発地帯における多くの地すべりの素因の一つとして、高塩濃度地下水の分布によるものが占めている可能性がある。

【引用文献】

- Di Maio, C., Scaringi, G., 2016: *Engineering Geology*, Vol.200, 1-9.
- B. Tiwari, B. Ajmera, 2015: *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, Vol.141, 04014086.
- 鈴木浩一・徳安真吾・田中和広, 2009: 地学雑誌, Vol.118(3), 373-389.
- 佐藤壽則・小林淳一・伊藤健二・稗田佳彦・渡部直喜・古谷元, 2017: 地すべり, Vol.54(5), 13-18.
- 山本修一・大久保秀一・桑原徹・正本美佳・高橋利宏, 2004: 土木学会講演要旨.
- 高倉伸一・中神康一・光畑裕司・村山隆平, 1997: 石油技術協会誌, Vol.62(1), 59-68.
- O. Takano, 2002: *Niigata Univ.*, 157-181.