

凍結防止剤が地下水水質に与える影響と地質による陽イオン交換の相違

Influence of anti-freezing agent on groundwater quality and effect of rock on cation exchange

佐々木 薫^{1,3}・秦 二郎^{1,3}・下登新一²・諸泉利嗣³

¹西日本高速道路エンジニアリング中国(株)・²西日本高速道路(株)・³岡山大学大学院

要旨

高速道路に散布される凍結防止剤 (NaCl) と周辺地下水の塩化物イオン濃度, Na⁺濃度および Ca²⁺濃度との因果関係を究明した. その結果, 塩化物イオン濃度は高速道路の下方谷側で本線に近いほど高濃度の値となっていることが明らかになった. また, 地質により陽イオン交換量が異なることが分かった.

テーマ: 土壌物理研究の最前線

キーワード: 地下水, 塩化物イオン, 花崗岩, 安山岩

Key words: Groundwater, Chloride ion, Granite, Andesite

1. はじめに

冬の高速道路の路面管理では、路面の凍結を防止するために凍結防止剤 (NaCl) を散布している。中間山地の上水道が整備されていない高速道路沿線において、井戸水から水道法に規定される水質基準を超える塩化物イオン濃度が検出された。原因として高速道路の冬期路面管理で使用する凍結防止剤 (塩化ナトリウム) による影響が考えられたため、沿線の水質調査を実施するとともに、地質による陽イオン交換量の相違について調べた。

2. 地形・地質

調査箇所は標高約 350m~500m の中間山地に位置している。高速道路は比較的緩やかな斜面の中腹を通過し、家屋はほぼ中腹斜面の下方谷側にあった。対象地区の地質は、火成岩の安山岩(Ad)、花崗岩(Gr)を基岩とするもので、河川沿いには沖積層(al)や段丘堆積物(tr)が堆積し、山裾には安山岩や花崗岩の風化した崖錐堆積物(dt)が点在していた。高速道路は比較的崖錐堆積物と基岩の境界付近を通過していた。また、岩塩類が含まれる堆積岩類の分布は認められない地質となっていた。

2. 地下水水質調査

水質の調査項目は、EC, pH, Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺, 水温, 塩分濃度の7項目であった。調査は、凍結防止剤の散布前(10月)と散布後(2月)の2回行った。本報では、Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺の調査結果について報告する。

3. 地下水水質の調査結果

(1) 塩化物イオン濃度

水質調査の結果、塩化物イオン濃度は、高速道路の下方谷側で本線に近いほど高濃度の値となった (Fig.1)。また、高速道路より上方山側や河川を挟んだ対岸にあっては、10mg/l程度と低い濃度であった。

本線下流側において、花崗岩地帯は Na-Cl

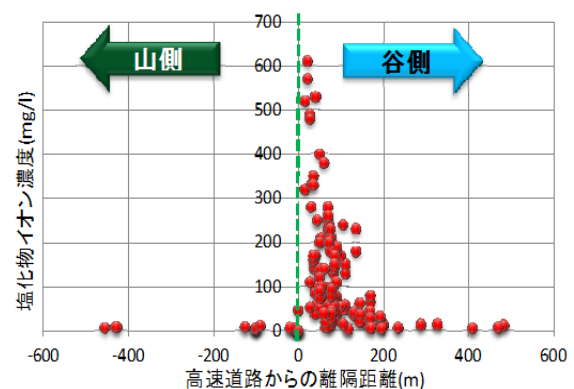


Fig.1 塩化物イオン濃度と本線からの離隔距離の関係

タイプであるが、安山岩地帯は Ca-Cl タイプであった。一般に、 Na^+ 濃度と Ca^{2+} 濃度を地質的に分析した場合、花崗岩地帯において Na^+ は比較的多く、 Ca^{2+} が少ない。安山岩地帯においては、 Na^+ は少なく、 Ca^{2+} が多く分布する傾向にある。

凍結防止剤 (NaCl) 以外の影響も考えられることから、Ca を多く含む鉱石 (石灰岩など) の地質による影響等について検討した結果、イオン交換による Ca^{2+} の地下水流入と判断した。

4. 花崗岩と安山岩の陽イオン交換量

凍結防止剤 (NaCl) の地下浸透により、地下水の Na^+ 濃度が高速道路下流側に高濃度な分布をしている (Fig.2)。また、 NaCl に含まれていない Ca^{2+} も同様な傾向にある (Fig.3)。

塩化ナトリウムのモル比 (Na/Cl) は、 $22.99/35.45=0.6485$ であった (Fig.4)。花崗岩地帯の塩化物イオンとナトリウムイオンの相関から、塩化化合物の約 73.0%が NaCl から形成されていると推測される。安山岩地帯は、ばらつきが大きいですが、約 26.3%が NaCl と推測される。

塩化カルシウムのモル比 (Ca/Cl_2) は、 $40.08/(35.45*2)=0.5653$ であった (Fig.5)。安山岩地帯の塩化物イオンとカルシウムイオンの相関から、塩化化合物の約 67.3%が CaCl_2 から形成されていると推測される。花崗岩地帯では、約 20.3%が CaCl_2 と推測される。

5. まとめ

高速道路に散布される凍結防止剤と周辺地下水の塩化物イオン濃度との因果関係を究明した。その結果、塩化物イオン濃度は高速道路の下方谷側で本線に近いほど高濃度の値となっていることが明らかになった。また、地質により Na^+ と Ca^{2+} の陽イオン交換量が異なることが分かった。

参考文献

- 1) 酒井治孝：地球科学入門，東海大学出版会，296p，2002.

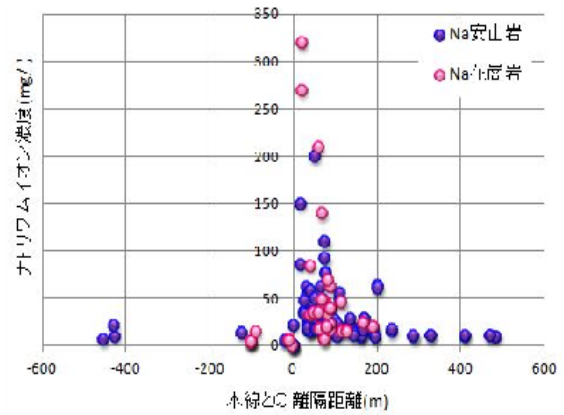


Fig.2 Na^+ 濃度と本線からの離隔距離の関係

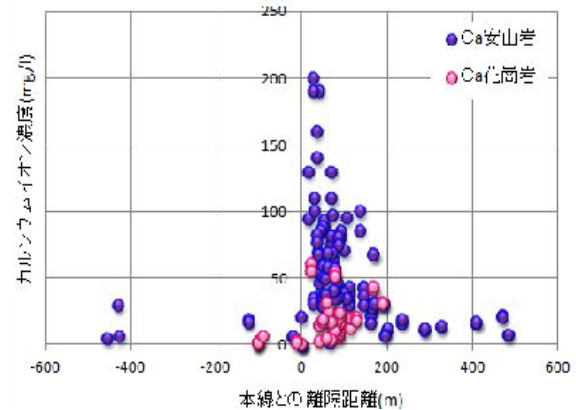


Fig.3 Ca^{2+} 濃度と本線からの離隔距離の関係

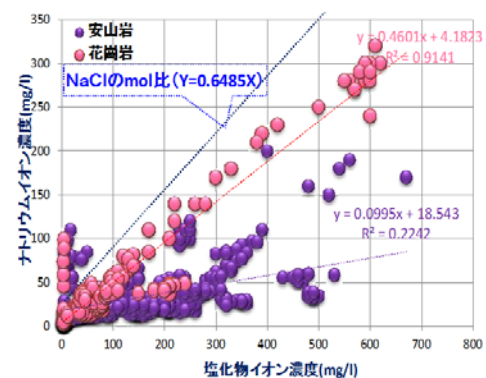


Fig.4 花崗岩と安山岩を通過した Cl と Na^+ 濃度の相関

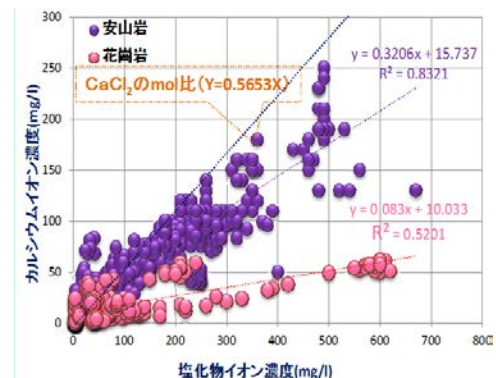


Fig.5 花崗岩と安山岩を通過した Cl と Ca^{2+} 濃度の相関