

井戸管に形成される鉄の腐食生成物の特性

Characteristics corrosion products of iron on the well pipes

瀬川 宏美[1], 田崎 和江[2]

Hiromi Segawa[1], Kazue Tazaki[2]

[1] 金大・自然・生命地球, [2] 金沢大・理・地球

[1] Life and Earth Sci., Kanazawa Univ, [2] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ.

1. はじめに

井戸は、昔から人々の生活に欠かせないものである。地下水は水温の変化が少なく、水質も良好で年間を通して安定的に得られるため、これまでさまざまな用途に使われてきた。しかし、近年、井戸管の金属腐食によって形成される腐食生成物による配管の閉塞や取水量の低下、水質の悪化が全国各地で問題となっている。

このような金属腐食の無機的要因として、水中に濃度差があることによって生じる濃淡電池が報告されている(Costerton et al., 1996)。また、有機的要因として、微生物の付着が地下水の局所的な物質濃度差・電位差を変化させる作用(Sand, 1997)、鉄細菌の繁殖(高橋ほか, 2001)、還元状態で発生する硫酸塩還元細菌による孔食(梶山, 1997)などが報告されている。さらに、鉄の腐食によって形成される錆コブ状腐食生成物の研究から、成長速度が2.5mm/yと見積もられている(Harvey, 1991)。しかし、井戸管の金属腐食が実際にどのような条件下で起こるのかを特定する事は難しく、経験と使用実績に頼らざるを得ないのが実情である。井戸管は腐食により、数年で井戸機能が低下するが、材料を慎重に選ぶことによって、腐食の影響を低減、または延滞させることができる(藤井, 2001)。

そこで、本研究では岩相が異なる3つの地域の井戸に産する腐食生成物について、地質学的、鉱物学的、化学的、微生物学的に分析、観察を行い、それぞれの井戸管に形成される鉄の腐食生成物の特性と形成条件について明らかにしたので報告する。

2. 試料と実験方法

2001年10月1~4日に、福井平野九頭竜川の左岸側扇状部に位置する九頭竜(前改修工事 1993.6)、足羽川の扇状部左岸側に位置する足羽(前改修工事 1995.11)、その上流側に存在する板垣(前改修工事 1994.6)の計3井戸において調査を行った。現地では、引き上げた井戸管の表面観察および水質測定(pH, 酸化還元電位(Eh), 電気伝導度(EC), 溶存酸素量(DO), 水温)を行い、井戸管に形成された腐食生成物、井戸水、懸濁物質を深度別に採取した。

腐食生成物は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(ED-XRF)、NCS元素分析装置およびX線粉末回折装置(XRD)を用いて、化学組成および鉱物組み合わせを明らかにした。また、落射蛍光・微分干渉光学顕微鏡を用いて腐食生成物および懸濁物質を観察し、生息する微生物の形態および種類の同定を行った。さらに、Millipore HPC サンプラーを用いて、水中の微生物の培養を行い、発生したコロニー数から微生物の数の比較を井戸別、深度別に行った。

3. 結果および考察

3つの井戸に形成された腐食生成物の形態、化学組成、鉱物組み合わせは、九頭竜、足羽で類似しており、板垣とは異なる。板垣は、他の2つの井戸に比べ水中にCa²⁺やMg²⁺などのイオンやSiO₂が多量に溶存しており、腐食生成物の中にもSi, Caなどの元素が多く含まれている。九頭竜と足羽の鉱物組み合わせは、主にゲータイト、レピドクロサイト、マグネタイトであり、少量のフェリハイドライトを含む。一方、板垣の鉱物組み合わせはゲータイト、フェリハイドライトである。この違いは、井戸の存在する場所の地質が深く関わっていることが示唆される。すなわち、板垣では、特に上部帯水層においてその上位にある粘土層の影響により、井戸水にはCa²⁺、SiO₂などが多く溶存し、かつpHやECの上昇が認められる。また、Fe²⁺が多く溶存している水中に、さらに板垣のように、SiO₂が多く存在すると、フェリハイドライトが生成され、他のFeOOHが形成されにくいという報告(Schwertmann and Taylor, 1989)もある。実際に板垣では、構成鉱物数が他の2つの井戸よりも少なく、結晶度も低いことが認められた。また、光学顕微鏡観察から、板垣では、そこに存在する鉄細菌や糸状菌などの微生物種および総数が、九頭竜、足羽に比べて少ないことが明らかになった。

以上の結果から、腐食生成物の特性は、水質によって決定され、その水質は、井戸の存在する地点の岩相によって影響を受けていることが明らかとなった。