

## 還元的湧水中の酸化還元電位変化

九州大学工学部 ○学生員 幸俊宏  
九州大学理学部 横山拓史

九州大学工学部 正員 広城吉成  
九州大学工学部 正員 神野健二

## 1.はじめに

福岡市西部の室見川上流の支川では鉄を含んだ地下水が湧水として流入しており、その河床には赤褐色の沈殿が確認されている。これは還元的な地下水中に溶存していたFe(II)が地表に現れ、溶存酸素で酸化され水と酸化鉄 $\text{Fe(OH)}_3$ として沈殿したものである。このような酸化還元が予想される系の尺度として酸化還元電位(ORP)が用いられるが、本報ではFe(II)を主要成分とした場合に化学平衡論に基づいて計算される理論ORP値と塩化銀電極を用いた実測ORP値との比較検討を行った。

## 2.調査地点の概要

サンプリングポイントの概略を図-1に示す。今回のサンプリングはA-1~A-9の各地点で1994年3月26日に行った。この河川はゴルフ場に隣接しており、A-1からは地下水とゴルフ場排水の混合した水が流出している。図中の矢印は水の流れる水筋を示している。A-1~A-4及びA-8以降の区間はコンクリート河床でありA-5~A-7の区間は自然河床である。A-6~A-7の区間に支流が流入している。自然河床の中で斜線部は滞留区間であり、滞留時間は図中に示した。A-7~A-8の区間には高さ2(m)程度の砂防ダムが存在する。

## 3.調査分析結果

A-1~A-9の各地点における全鉄(T-Fe)の濃度変化を図-2に示す。T-Fe濃度の減少はA-1からA-6の区間で生じており後の区間ではほぼ一定となっている。特にA-4~A-5の滞留区間での減少が大きい。なお、この地におけるT-Fe濃度は $\text{Fe}^{2+}$ 濃度にはほぼ等しいことが確認されている<sup>1)</sup>。

A-1~A-9の各地点における溶存酸素飽和率(sat-D0)の変化を図-3に示す。D0は下流に行くほど上昇し、次第に再曝気されていることが分かる。

次に、A-1~A-9の各地点のpHの変化を図-4に示す。pHはA-5~A-7の区間とA-8以降の区間で上昇が見られる。

次に、酸化還元対を $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe(OH)}_3$ だけとするとこの区間における反応は(1)式で表現される。

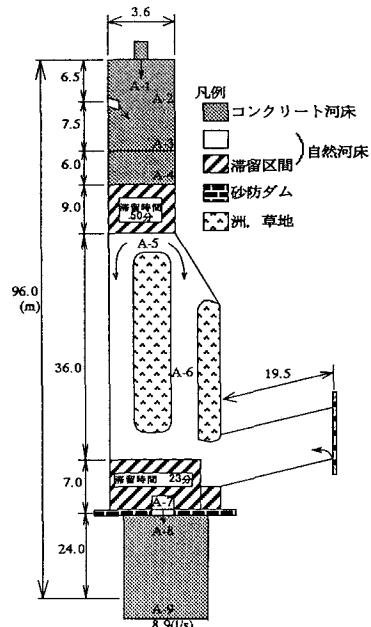


図-1 サンプリングポイント概略図

(mg/l)

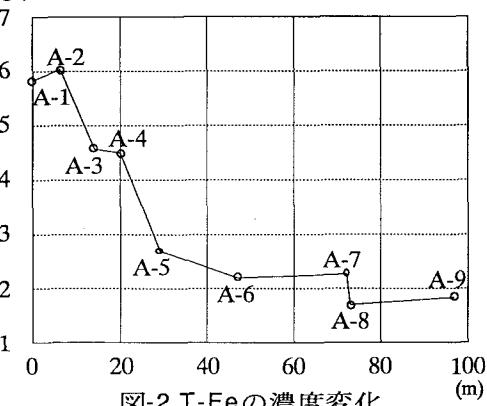
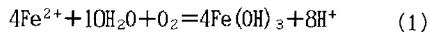


図-2 T-Feの濃度変化



この酸化還元電位は(2)式のように表される。

$$\text{ORP} = 1.06 - 0.177\text{pH} - 0.059\log[\text{Fe}^{2+}] \quad (2)$$

(2)式で求めた理論ORP値と、実測ORP値を比較した図を図-5に示す。電位の値はA-5とA-6を除いてほぼ等しく、流下方向に対する変化は計算値も実測値もほぼ同じ傾向を示すといえる。

#### 4. 考察

図-5の理論ORP値と実測ORP値ではA-5とA-6を除いてほぼ両者は等しい。このことから現地ではコンクリート河床の区間でのORP値の変化はFe(II)の酸化に支配されていると考えられる。A-5～A-7の区間は自然河床であり、実測値の方が理論値よりも高くなっている。A-1～A-4の区間は流速が速くかく乱されており化学反応も平衡に達しやすいが、A-5～A-7の区間は滞留区間も存在し流速は遅く、ここでは平衡状態に達していないと考えられる。理論ORP値は平衡状態を想定したものであるため、A-5～A-7の区間では実測ORP値と理論ORP値の差が生じたと考えられる。

(2)式の理論ORP値はpHの変化に非常に敏感であり、A-5とA-6の理論ORP値の低下はpHの上昇に由来している。なお、この区間でpHが上昇する理由については今後の課題としたい。

#### 謝辞

本研究の一部は、(財)河川環境管理財団「化学的水質変換機構を含む水系における物質輸送モデルの構築」(研究代表者広城吉成)の補助のもとに行われた。ここに記して感謝の意を表す。

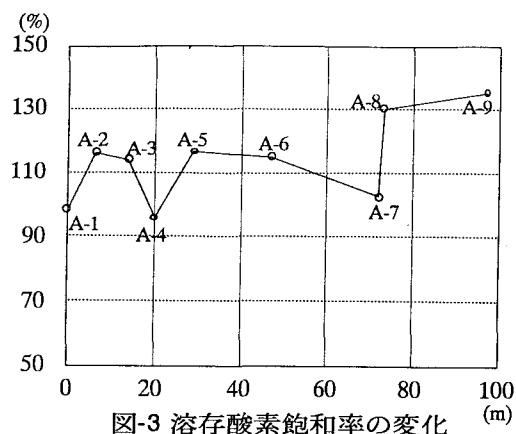


図-3 溶存酸素飽和率の変化

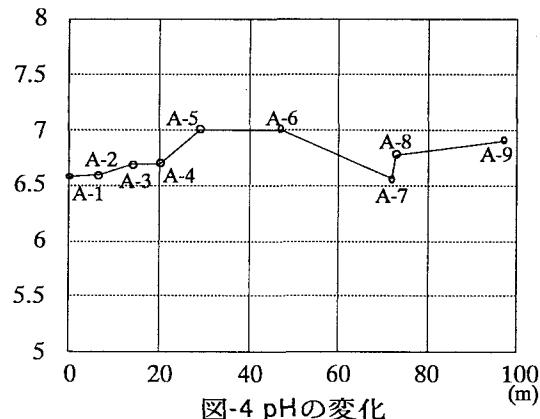


図-4 pHの変化

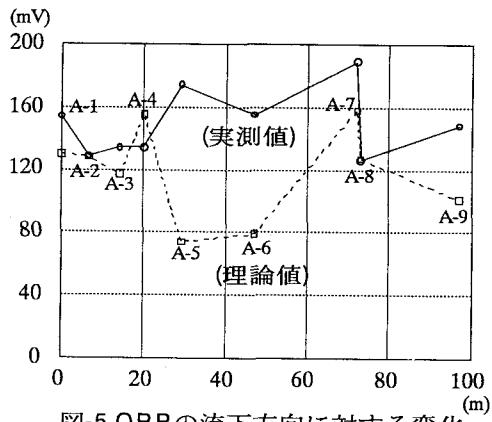


図-5 ORPの流下方向に対する変化