

開水路における鉄イオンの輸送機構解析のための水理化学的アプローチ

九州大学工学部 ○学生員 幸 俊宏 九州大学教養部 正 員 広城吉成
九州大学教養部 横山拓史 九州大学工学部 正 員 神野健二

I. 序論

多くのゴルフ場の排水口において赤い沈澱物の生成がしばしば確認されている¹⁾。これは $Fe(OH)_3$ の沈澱であり、還元的な地下水中に溶存していた Fe^{2+} が地表に現れ、溶存酸素で酸化され沈澱したものである。この沈澱の際に農薬などの有害成分を吸着すると考えられるため、鉄の状態変化を追跡することは重要なことであると思われる。

本研究では、ゴルフ場排水口の排水を分析し、 $Fe(OH)_3$ の生成と溶存酸素との関連および無機態窒素の変化を知るための基礎的調査分析を行った。

II. 調査水路の概要

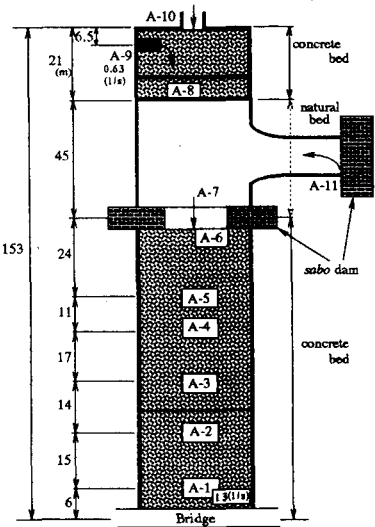
サンプリングポイントの概略図を図-1に示す。地点A-10から排水が流入しておりA-9の樋管からの流入がそれに加わっている。A-11(湧水)は支流であるが流量は無視できる。A-10からA-8の区間およびA-6からA-1までの区間はコンクリート河床であり、A-8からA-7までの区間は自然河床である。特にA-7では流れが滞留して池のようになっている。なお、A-7とA-6の間およびA-11は高さ約2(m)の砂防ダムが存在する。

III. サンプリングおよび分析項目

試料のサンプリングは1992年12月21日に行った。

現場での測定項目：水温、電導度、DO、pH、A-1、A-9における流量

分析した水質項目： $Fe(II)$ 、全鉄(T- Fe)、 Mn 、 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N 、 HCO_3 、COD、 PO_4-P 、 SiO_2 、Cl、 SO_4 、Na、K、Ca、Mg



IV. 結果

分析により得られた鉄、DOおよび窒素の流下方向に対する濃度変化を図-2、3、4に示す。

図-1 サンプリングポイント概略図

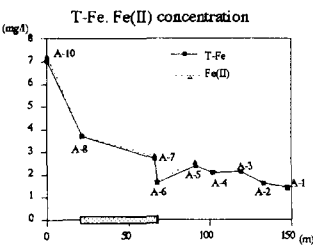


図-2 各鉄成分の濃度変化

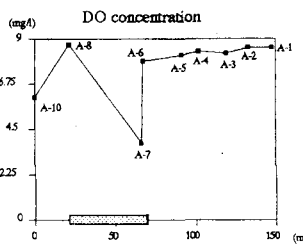


図-3 DOの濃度変化

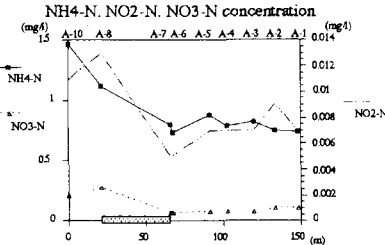


図-4 各窒素成分の濃度変化

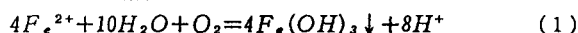
T-F. と F。(II) の濃度はほとんど一致している。これは、溶存鉄の大部分が F。(II) であり、酸化されるとすぐに沈澱するためである。また、A-10 から A-8 と A-7 から A-6 の区間で急激な減少を示しているが、これは DO が増加している区間と一致する。DO の増加は曝気されたためである。A-8 から A-7 の区間では DO は減少しているが、これは大気からの酸素の供給量よりも区間中で消費された酸素量（鉄の酸化、微生物や植物による消費）が多いためである。

A-10 から A-1 までの全体では T-N は減少している。とくに、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の A-10 から A-7 の区間での減少が大きい。生物反応だけなのか無機反応が関与しているのかなどの反応機構について検討する必要がある。

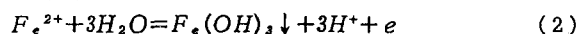
V. 考察

実測データより、鉄イオンの挙動に関して平衡論による解釈を試みた²⁾。

F。(II) が DO により酸化され沈澱する反応式を示す。



(1) 式には O_2 の項が入っているが、酸素分圧の測定は非常に困難である。そこで電子を用いた酸化還元反応式に書き換えると、式 (2) のようになる。



この系の電位は (3) 式で表される。

$$E = 1.06 - 0.177 \text{ pH} - 0.059 \log [\text{Fe}^{2+}] \quad (3)$$

(3) 式に $[\text{Fe}^{2+}]$ と pH の実測データを代入して安定度図上にプロットしたものが図-5 である。これによると、A-11, A-10 で脱炭酸のための pH の上昇が起こり、A-8 以降ではほぼ一定の pH の領域内で電位が上昇しており、還元的雰囲気であった水が流下していくにつれて徐々に酸化的雰囲気に変化しているのがわかる。

今後は、化学反応を考慮した移流分散方程式による解析モデルの開発を行い、数値シミュレーションによる濃度の予測を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、(財)河川環境管理財団「地下水水質の循環システムが表流水水質に及ぼす影響評価」(研究代表者 神野健二)の補助のもとに行われた。ここに記して感謝の意を表す。

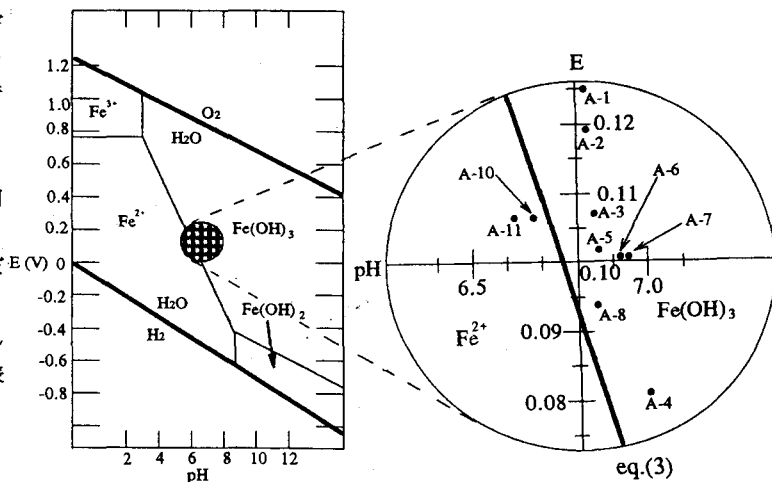


図-5 安定度図 ($[\text{Fe}^{2+}] = 10^{-4} (\text{mol/l})$)

VI. 参考文献

- 1) 山田國廣 ゴルフ場亡国論, 新評論, p.12, 1989
- 2) 一國雅巳 無機地球化学, 培風館, pp.92-99, 1972