

赤川の水質評価について

岩手大学 学生員 村上喜一郎

学生員 高橋 清

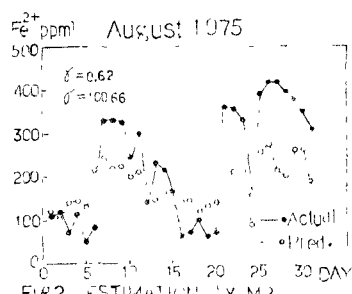
正 員 大村 達夫

1) はじめに 赤川は北上川上流にある二次支川で、松尾休庵止鉾山からの鉾内排水が流れ込んでいるため、その水質は強酸性かつ多量の鉄分を含んだものとなっている。今日、この強酸性含鉄河川水を中和処理するための施設が設けられ、河川水は、鉄バクテリアにより、河川水中に含まれる Fe^{2+} (2価鉄)を Fe^{3+} (3価鉄)に酸化した後、炭酸カルシウムで中和されている。本研究では、Fig. 1に示した中和処理施設取水口での、 Fe^{2+} 濃度の評価と予測を行なう。すなわち、本研究は、鉄バクテリアによる Fe^{2+} から Fe^{3+} への酸化過程の制御に役立つものとする。



Fig. 1 研究地域図

2) 評価と予測手法 本研究に用いた Fe^{2+} 濃度の評価と予測手法は重回帰分析(MR)、発見的自己組織化法(GMDH)とカルマ>フィルター法(KF)を用いた。ここで、重回帰分析とGMDHによる予測では、1975年と1976年の取水口での水質データをもとに Fe^{2+} 濃度の構造式を決定し、その評価を行なった後、その構造式を用いて、1977年1月、5月、8月、10月について予測を行なう。季節ごとに評価と予測を行っているが、ここでは1977年8月の結果についてのみ考察を行なう。水質データは建設省岩手工事事務所より入手したもので、水質項目はTotal-Fe(TF)、pH、水温(WT)、 Fe^{2+} 、アルカリ度(A8)、流量(Q)である。



3) 重回帰分析およびGMDHによる Fe^{2+} 濃度の評価

(1) 重回帰分析 重回帰による Fe^{2+} 濃度を表わす構造式として、次に示した2つの式がもとまる。

$$Fe^{2+}(t) = 0.336805 \times 10^{-4} - 0.135170 \times 10^{-4} \times pH(t) + 0.940106 \times 10 \times WT(t) - 0.353155 \times 10^{-4} \times TF(t) + 0.522617 \times Q(t) - 0.226267 \times A8(t) \quad (1)$$

$$Fe^{2+}(t) = 0.166973 \times 10^{-4} - 0.668618 \times 10^{-4} \times pH(t) + 0.363019 \times 10 \times WT(t) + 0.790205 \times 10^{-4} \times TF(t) + 0.659120 \times Fe^{2+}(t-1) + 0.624390 \times 10^{-4} \times Q(t) - 0.130062 \times A8(t) \quad (2)$$

ここで、 $Fe^{2+}(t)$ は、t日の Fe^{2+} 濃度を表わす。(1)式と(2)式の相違は独立変数として、前日の Fe^{2+} 濃度

を入れた重回帰を行なうかどう

かの違いである。Fig 2とFig

3に、(1)式、(2)式で重回帰分析

を行った場合の Fe^{2+} 濃度の評価

をそれぞれ示す。重回帰分析は

7月、8月のデータに適用する

。(1)式により重回帰を行なった

場合は、(2)式と比較して、相関

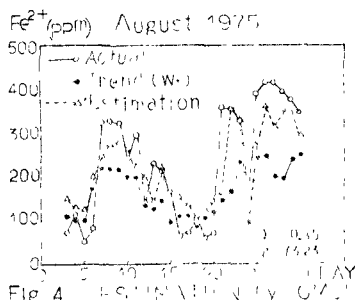


Fig. 4

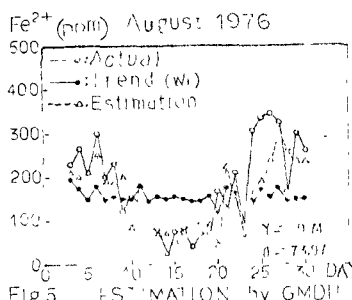
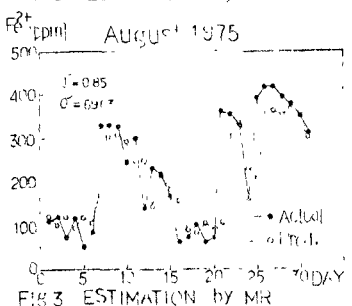


Fig. 5

係数(1)および誤差の標準偏差(1)とも劣る。これは、 Fe^{2+} 濃度を重回帰によって、他の水質で評価することが困難であることを示している。また、(2)式のように、前日の Fe^{2+} 濃度を独立変数として用いる場合は、相関係数、誤差の標準偏差は優れているが遅れを伴うのが難点である。

(2) GMDH GMDHによる Fe^{2+} 濃度の評価を行おう場合、利田¹⁾が行なったように、傾向成分(W_t)とランダム成分(W_r)に Fe^{2+} 濃度を分割し、ランダム成分についてGMDHを適用する。したがって、 $Fe^{2+}(t) = W_t(t) + W_r(t)$ で表わされることになる。傾向成分 $W_t(t)$ については、4つのCaseを考え次のような回帰式で与える。

Case 1. $W_t(t) = b_0 \cdot Q^{t-1}$, Case 2. $W_t(t) = b_0 + b_1 \cdot pH + b_2 \cdot TF + b_3 \cdot A8$, Case 3. $W_t(t) = b_0 (pH)^{t-1}$, Case 4. $W_t(t) = b_0 + b_1 \cdot pH$ また、ランダム成分 $W_r(t)$ については、次のような水質の関数として求める。

$W_r(t) = f(pH(t), pH(t-1), pH(t-2), WT(t), WT(t-1), WT(t-2), TF(t), TF(t-1), TF(t-2), Fe^{2+}(t-1), Fe^{2+}(t-2), Q(t), Q(t-1), Q(t-2), A8(t), A8(t-1), A8(t-2))$ また、その関数の構造式は次の3つのTypeとする。Type 1. $f = C_0 + C_1x + C_2y + C_3z + C_4x^2 + C_5y^2$, Type 2. $f = C_0 + C_1x + C_2y + C_3xz$, Type 3. $f = C_0 + C_1x + C_2y$ そこで、GMDHの結果として、1975年8月のデータに対しては、Case 2. のType 1. を適用した場合が、もっとも Fe^{2+} 濃度を良く評価することができる。その構造式を(3)式に示す。

$$W_t(t) = 32.989 - 12.245 \cdot pH(t) + 0.011 \cdot TF(t) - 0.229 \cdot A8(t)$$

$$W_r(t) = 0.249 + 0.085x + 0.118y - 0.014x^2 + 0.338y^2$$

$$x = Fe^{2+}(t-2) - W_t(t-2), y = Fe^{2+}(t-1) - W_t(t-1)$$

(3)式で評価したときの Fe^{2+} 濃度と実測値の関係をFig 4 に示す。

1976年8月のデータに対しては、Case 3. のType 2 を適用する場合が、もっとも Fe^{2+} 濃度を評価でき、その構造式を(4)に示す。

$$W_t(t) = 26.367 \cdot pH(t)^{-3.861}$$

$$W_r(t) = 0.104 - 0.017f_1(t) - 0.0005f_2(t) + 0.100f_1(t) \cdot f_2(t)$$

$$f_1(t) = -0.025 - 0.076x - 0.015y + 0.142xz$$

$$f_2(t) = -0.026 + 0.010z + 0.0004w + 0.148zw$$

$$x = Fe^{2+}(t-1) - W_t(t-1), y = TF(t-2), z = Q(t-1), w = A8(t-2)$$

(4)式で評価したときの Fe^{2+} 濃度と実測値の関係をFig 5 に示す。以上の300-結果より、年によって構造式が変わってしまうことがわかり、季節的に200- Fe^{2+} 濃度の構造式を決定することができないことがわかる。

3) 重回帰分析, GMDH, カルマンフィルターによる Fe^{2+} 濃度の予測 Fig 6~7にそれぞれ重回帰, GMDHで得た構造式で1977年の Fe^{2+} 濃度を予測した結果を示す。またFig 8 にカルマンフィルターで予測した結果を示す。この結果より、重回帰分析においては(2)式で予測した場合、GMDHでは(3)式で予測した場合が良く、予測することが出来る。カルマンフィルターはかなり一致した予測をすることができるが、遅れが生じ、これはデータの間隔によるものであるから、データの測定間隔を適当に選べば、もっと良い予測ができるであろう。

4) おわりに 重回帰分析, GMDHは水質評価をする構造式を求めるのには適しているが、予測にはあまり適さない。カルマンフィルターは予測には適しているが遅れをいかになくすかが今後の課題点である。

5) 謝辞 本研究において御指導いただいた岩手大学大沼教授、秋田工専羽田助教に感謝いたします。また、資料をいただいた建設省岩手工専事務所に感謝いたします。 6) 参考文献) 羽田 環境問題シンポジウム 1978

