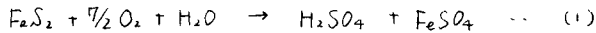


赤川における鉄バクテリアの第一鉄イオン酸化作用について

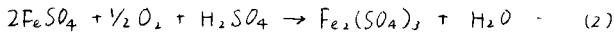
東北大学 学生員 ○中村寛治
同 正会員 野池達也
東北地建 〃 糠沢宏二

1 はじめに

北上川上流の二次支川である赤川は、旧松尾鉱山跡から発生する坑内水流入のため強酸性の河川となっている。この強酸性の坑内水は、坑内の硫化鉄鉱の浸食のような化学変化を受けため生成されるもので、第一鉄イオン、硫酸根イオンを高濃度に含有し、pHは2-3である。



また、赤川には鉄バクテリア (*Thiobacillus ferrooxidans*) が棲息しており、(1)式で生成した FeSO_4 を次のように酸化する。



この反応により、鉄バクテリアはエネルギーを得て、結局、 Fe^{2+} は Fe^{3+} に酸化される。 Fe^{2+} はpH 9以上、 Fe^{3+} はpH 4以上で、各々 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ として沈殿分離できるわけだが、鉄イオンを Fe^{3+} の形で除去しようとすると、pHを上げると今般費用がかかる。つまり処理経済性を考慮した場合には、 Fe^{2+} を低pHで分離可能な Fe^{3+} の形に変えること、すなわち、鉄バクテリアによる $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ の酸化が重要な問題となってくる。赤川における鉄バクテリアの酸化作用は、過去の現地調査によると、水温の比較的高い時期には、坑内水排水口より約3250m下流にある中和処理場取水口まで、およそ95%程度の酸化が行われていることが知られている。しかし、水温10℃以下の条件下での鉄バクテリア酸化の調査はまだ行われていないので、水温の低い時期を選んで今回の調査を行った。

2. 調査方法

(1)日時-昭和53年11月29日

(2)測定項目-水温、pH、 Fe^{2+} 、全鉄、河川断面種、
流速

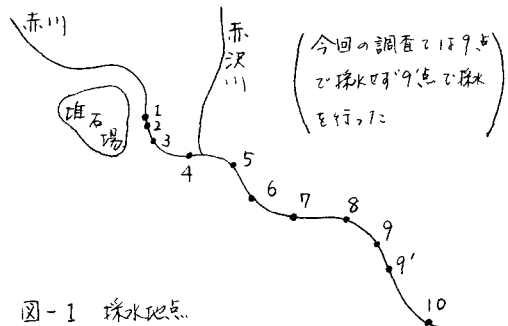


図-1 採水地点

表-1 第1回赤川水質調査結果 (S52 9.30)

採水地点	流下距離 (m)	流量 (m³/分)	水温 (℃)	pH	第1鉄 (ppm)	全鉄 (ppm)	酸化率 (%)
1 赤川源流	0	10.84	19.4	2.86	240	500	
2 112m 坑内水		14.60	18.8	1.85	563	667	
3 合流後	125.7	25.44	18.4	1.90	511	541	0
4 赤沢川流入前	663.1	26.22	17.8	1.90	454	500	11.1
5 赤沢川合流後	751.5	27.90	18.2	1.98	352	500	31.1
6 滝直下	1176.8			2.02	331	458	35.2
7 スリ山付近	1427.2	37.56	18.5	2.10	289	450	43.4
8	1728.8	34.71	17.8	2.20	49	440	90.4
9	2233.8	34.40	17.8	2.24	42	440	91.8
10 取水口	3249.8		17.5	2.20	14	425	97.3

表-2 第2回赤川水質調査結果 (S52 11.7)

採水地点	流下距離 (m)	流量 (m³/分)	水温 (℃)	pH	第1鉄 (ppm)	全鉄 (ppm)	酸化率 (%)
1 赤川源流	0	0.16	8.6	2.55	255	510	
2 112m 坑内水		16.55		1.46	584	839	
3 合流後	125.7	16.72	16.5	1.50	557	730	0
4 赤沢川流入前	663.1	21.89	15.0	1.66	429	693	23.0
5 赤沢川合流後	751.5	22.89	14.2	1.68	374	620	32.9
6 滝直下	1176.8		14.0		328		41.1
7 スリ山付近	1427.2	31.31	13.3	1.74	265	584	52.4
8	1728.8	33.94	13.5		237		57.5
9	2233.8		13.5	1.82	210	584	62.3
10 取水口	3249.8		13.5	1.90	34	510	93.9

(iii) 採水地-図-1に示す通りで、1/2m坑内水から流入するや上流部の赤川源流から取水口入口まで10ヶ所において採水した。

3. 調査結果および考察

今回の結果は、表-3に示す。しかし昭和52年に採水によって行われた調査結果との比較によって水温の影響を検討することとし、その結果を表-1、表-2に示す。

これらの調査結果と比較すると、次式

$$(\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+}) / \text{Fe}^{2+} \times 100 \quad (3)$$

によって求められる1/2m坑内水合流後から取水口入口まで通したFeの酸化率は、表-1で97.3%、表-2で93.9%、表-3で85.3%となり水温の

低下に伴って低下しているのかわかる。しかし、同様に途中の各点における酸化率と比較してみると、この水温の低下に伴う酸化率の低下は、第8点で示されているだけで、他の点では示されていない。また、図-2に示されるように、第1回、第2回、の調査ではFeの酸化は二相に分かれて進んでいたのに対し、今回の調査では一相で進んでいる。

赤川におけるFeの酸化が二相になったり、一相になったりする原因は不明でこれについては、なんとも言えないが水温の影響については、もう少し検討する必要がある。53年の年間赤川水質調査データを表-4のように月平均でまとめ、表-4によると、水温が低下する1月～5月および11月はFeの濃度が、135～192ppmになり、水温が上昇する6月～10月は、7～97ppmになっていて、水温が低下すると取水口入口でのFeの濃度が上昇することが割合よく現れている。結局、今回の調査結果と表-4から、赤川源流～取水口入口までの河川全体を一つの鉄酸化システムと考えた場合、水温が低下すると、このシステムで行われる鉄バクテリアの第一鉄イオン酸化も不規則ではあるが、概ねこれに伴って低下することが判明した。

4. まとめ

- (i) 今回の調査結果によると、取水口入口までの酸化率は水温の低下に伴って低下している。
- (ii) 53年の水質調査を月平均でまとめると、水温の低い時期には、取水口入口までの酸化率が下がっている。
- (iii) (i)、(ii)のことから赤川における鉄バクテリアの第一鉄イオン酸化作用は水温の低下に伴って低下していることがわかった。

5. 参考文献

- 1) 52年度東北支部技術研究発表会講演概要

表-3 第3回赤川水質調査結果 (553/1/29)

採水地点	流量 (m³/s)	流量 (m³/s)	水温 (℃)	pH	第1鉄 (ppm)	全鉄 (ppm)	酸化率 (%)
1 赤川源流	0	3.18	5.3	2.62	370	469	
2 11.2m 坑内水		16.56	18.2	1.89	618	618	
3 合流後	125.7	19.74	15.4	1.97	539	583	0
4 赤川川 流入前	663.1	28.38	14.0	2.03	456	556	15.4
5 合流後	751.5	35.04	11.8	2.12	354	442	34.3
6 滝直下	1176.8		11.8	2.16	337	451	37.5
7 大川小 川合流	1427.2	35.26	11.2	2.18	285	442	47.1
8	1728.8	34.62	10.5	2.21	233	432	56.8
9	2468.8	39.18	9.3	2.30	99	393	81.6
10 取水口 入口	3249.8		9.2	2.31	79	390	85.3

表-4 53年月別水質変化(値は月平均)

月	赤川源流第1鉄(ppm)	1/2m坑内水第1鉄(ppm)	取水口入口第1鉄(ppm)	取水口入口水温(°C)	取水口入口流量(m³/s)
1	343	632	192	4.6	34.2
2	311	626	169	4.7	31.0
3	286	614	154	6.1	30.5
4	346	627	162	3.6	68.7
5	125	711	143	8.8	102.3
6	178	718	96	15.3	70.2
7	225	683	7	18.7	45.5
8	226	639	97	18.2	46.3
9	241	613	72	14.7	36.2
10	305	604	51	10.6	33.0
11	383	593	135	5.7	33.3

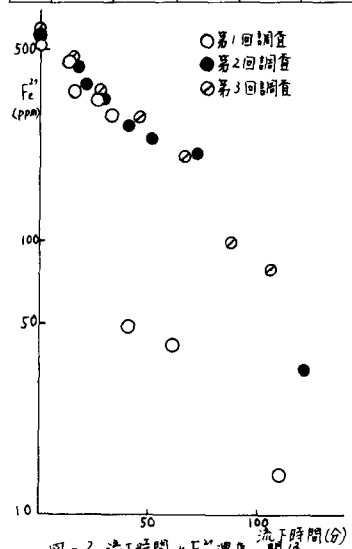


図-2 流下時間とFe²⁺濃度の関係