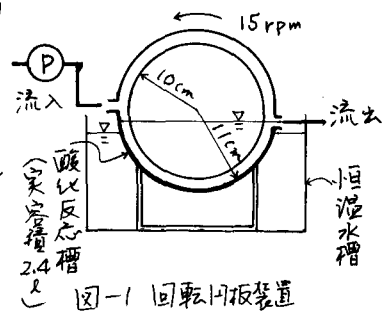
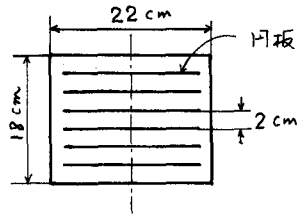


東北大学工学部
東北大学工学部
東北大学工学部

学生員 中村寛治
正会員 松本順一郎
正会員 野池達也

1. はじめに 鉄バクテリアは、低pH条件下で第一鉄と第二鉄に酸化する際生ずるエネルギーを増殖エネルギーとして空気中のCO₂を固定すると同時にグルコースなどの有機物も利用できるように通化化学合成独立栄養生物である。現在、この鉄バクテリアを用いて硫酸性鉄鉱床中の第一鉄と第二鉄に酸化し、その後炭酸カルシウムにより中和処理しようとする試みが各地で行われている。ここでは、鉄バクテリアを回転円板に播きつけて硫酸性鉄鉱床処理を行う際、グルコースを添加すると、処理能力あるいは播きつけた鉄バクテリアはどのような影響を受けよかを検討する。

2. 実験装置および方法 回転円板装置は、図-1に示す通りである。鉄バクテリアは、若子島の赤川から採取したもので、9K培地に入れ、30°Cで1ヶ月間通気培養し植えつぎしてきたバクテリアを用いた。まず、酸化反応槽内に9K培地の第一鉄を酸化し終った鉄バクテリアの菌溶液を0.3ℓ入れ、これに2.1ℓの9K培地を加え、30°Cの固分状態を、2日間円板を回した。こうしてある程度、バクテリアを円板表面に播きつけた後、表-1に示す基質を連続的に与えた。水温は30°C、滞留時間は60分に設定した。また円板装置には、カバーを取り付けた。水温と気温の差が小さくことを行った。分析項目は、第一鉄、全鉄、pH、細菌数で、第一鉄はJIS KO102 KMnO₄法、全鉄は原子吸光光度計、pHはpHメーター、細菌数は相対差顕微鏡600倍下で、Thomaの血球計算盤を用いて測定した。



3. 実験結果および考察 実験では、グルコースを基質に添加したRUNで白い粘質状のカビのようなものが発生し、円板表面にも付着した。そしてその量はグルコース濃度が高くなるほど多くなった。このことから粘質物はグルコースを栄養源とする従属栄養生物であろうと思われる。この生物の詳細いことはわかっていない。実験期間は、1つのRUNにつき約1ヶ月で、定常の判断は酸化率が一定値に落ち着いていこうかによって行なった。どのRUNでもかなりおそろしい定常が得られた。各RUNごとの定常時の平均値および解析値を表-2に示し、これらの値から求めらる。グルコース濃度と酸化率、グルコース濃度と付着菌数、グルコース濃度と付着菌1個当たりの酸化量の関係を各々、図-2、図-3、図-4に示した。酸化率は、グルコース濃度が5(%)のRUNB、50(%)のRUNC、100(%)のRUNDではほとんど影響を受けず、コントロールのRUNAと同様に80%前後に落ち着いて、10(300(%)のRUNE、500(%)のRUNFでは酸化率がほとんど低下してしまい、各々1.7%、5.6%に落ちてしまった。付着菌数は、図-3に示すように、酸化率が上がらなかつたRUNE、RUNFで若干低下しているだけであるが、付着菌1個当たりの酸化量は、図-4に示すように、RUNE、RUNFでは他のRUNのその約1/10という低い値に落ちてしまった。結局、

表-1 基質組成 (1ℓ中)

成分	量
FeSO ₄ ·7H ₂ O	2.5 g (Fe ²⁺ = 500 mg/l)
D-グルコース	適宜
(NH ₄) ₂ SO ₄	150 mg
MgSO ₄ ·7H ₂ O	25 mg
K ₂ HPO ₄	25 mg
KCl	5 mg
Ca(NO ₃) ₂	0.5 mg
10N H ₂ SO ₄	0.7 ml
水道水で稀釈	

酸比率低下の主要原因

表-2 定常時の平均値および解析値

RUN NO	RUNA	RUNB	RUNC	RUND	RUNE	RUNF
滞留時間(min)	60.8	60.5	60.9	60.2	60.2	61.7
水温(℃)	30.0	30.0	29.7	30.0	29.9	30.3
気温(℃)	24.8	28.9	27.3	29.2	27.9	28.8
流入Fe ²⁺ (mg/l)	499.5	498.8	501.0	504.3	498.9	504.3
流出Fe ²⁺ (mg/l)	71.7	60.8	74.1	103.3	490.4	476.3
槽内のpH	10.6	45.3	37.0	37.6	-4.5	-4.8
流入 pH	2.30	2.31	2.30	2.30	2.30	2.29
流出 pH	2.48	2.46	2.44	2.51	2.27	2.27
酸比率(%)	85.6	87.8	85.2	79.5	1.7	5.6
付着菌数(個/cm ²)	1.38 × 10 ⁸	2.67 × 10 ⁸	1.09 × 10 ⁸	1.09 × 10 ⁸	4.54 × 10 ⁷	7.95 × 10 ⁷
水量負荷(%)	155	156	155	157	157	153
Fe ²⁺ 負荷(%)	77.6	77.9	77.6	79.2	78.4	77.1
酸比率(%)	66.4	68.4	66.1	63.0	1.33	4.32
付着菌の酸化(%)	4.81 × 10 ⁻¹¹	2.58 × 10 ⁻¹¹	6.06 × 10 ⁻¹¹	5.78 × 10 ⁻¹¹	2.91 × 10 ⁻¹²	5.43 × 10 ⁻¹²
グルコース濃度(%)	0	5	50	100	300	500

とされているのは、鉄バクテリアの第一鉄濃度の増大が大幅に低下してしまっているのと同じことである。これが、単なる力の阻害によるものならば、あるいは、鉄バクテリアがグルコースを利用し、増殖する従属栄養生物に変化したことによるものならば、

このことを検証するために追加実験を行った。実験に用いたバクテリアはRUNEより採取したもので、培地は第一鉄とグルコースの混合培地とした。培地の第一鉄濃度、グルコース濃度をともに、1000(mg/l)である。また、ここでのグルコース濃度は、TOCで400(mg/l)に相当する。初期pHは、2.3とした。この結果を図-5に示す。これによると、実験を開始して24時間後にグルコース濃度(TOCで表わしてある)が減少をはじめ、48時間後には約70%、72時間後には約90%のグルコースが消費されている。これに対応するように、細菌数が増加しているのと同じである。しかし第一鉄にはほとんど変化はない。このことから、RUNEに付着していたバクテリアは、連続的にグルコースの供給により、第一鉄ではなくグルコースを利用し、増殖する従属栄養のバクテリアになってしまっていることが判明した。結局、この一連の実験から、鉄バクテリアは、連続培地ではグルコース濃度100~300(mg/l)の範囲において、その栄養形式を独立栄養から、従属栄養に変えてしまうことが容易に予測される。また、実験開始当初は、低濃度のグルコース添加により、従属栄養生物の増殖が促進し、そこに鉄バクテリアが共生可能な付着面を増やして、酸比率をコントロールしやすくなり、又、増殖能力もアップするのではないか、と予測したため、この結果は、この予測を裏付けている。

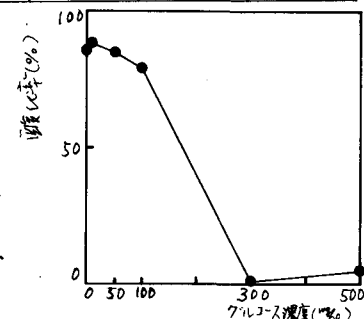


図-2 グルコース濃度 vs 酸比率

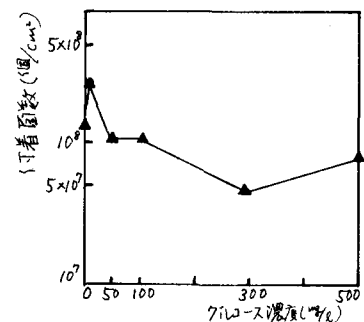


図-3 グルコース濃度 vs 付着菌数

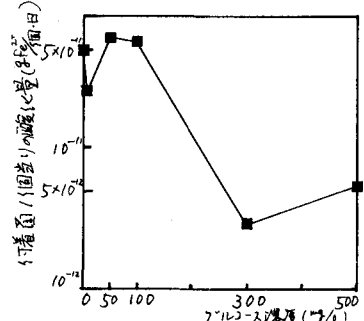


図-4 グルコース濃度 vs 付着菌の酸化率

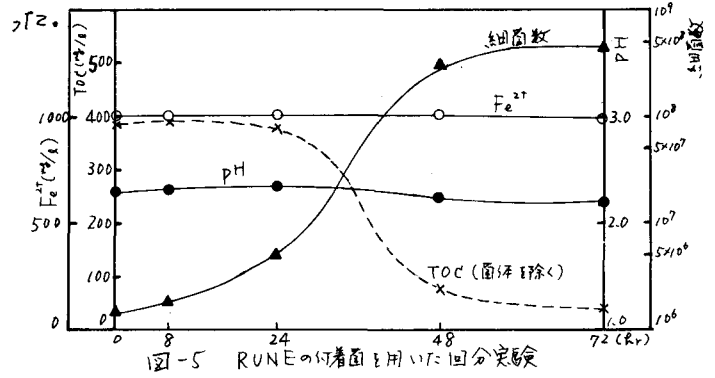


図-5 RUNEの付着面を用いた回分実験