

微生物試料の“化石”モデル実験ノート*

都 留 信 也 **

自然界における物質循環に関連して各種各様の微生物が直接的にも間接的にも金属元素の濃縮あるいは溶解の両プロセス中で観察されている。

とくに、金属元素の濃縮は生態系における食物連鎖にしたがって数百倍から数千倍にも生物濃縮される。これに反して溶解にあつては数 ppm あるいは数 ppb が検出される。しかし、対象となる微生物は極微ではあるが、その作用は巨大な結果をもたらす。

すでに、駒岳山麓におけるマンガン土鉱の微生物集積¹⁾あるいは宍道・中海底質におけるウラン・硫化鉱の微生物濃縮²⁾などについては個々に報告してきている。

現世の堆積環境における物質移動と微生物作用の関連については、近年かなりの情報もたらされるようになっている。

微生物の直接的関与を示唆する標品の観察記録として光学顕微鏡・電子顕微鏡による微生物菌体の確認、同位体元素比の解析、さらには実験による金属元素あるいは鉱物の溶解・濃縮プロセスの分析がある。

さきに本研究会誌において、古生系苦灰岩の微生物(細菌)の確認について検討した結果を論議した。³⁾この場合は、現場から直接もちかえった標品について微生物学的手法を用いて観察したわけである。ここでは、すでに“化石”として存在している微生物標品を検討するのではなく、実験において“化石”として存在している微生物標品を検討するのではなく、実験において“化石”を創出する手法についての検討の結果につきのべることにする。

研究対象の処理手法については次のような考慮をした。近年、数多く発表されるようになった先カンブリア系微生物化石はその殆んどのものが微結晶チャートに有機物残存物として保存

* 1972年6月15日受理

** 工業技術院微生物工業技術研究所

されていることがあきらかとなっている。^{4, 5)}

Barghoorn, Schopf, Nagyなどによって報告された有機物残存物は糸状体を呈し、らん藻の特徴をもつ微生物で、その多くは形態的に現世のらん藻に類似している。

こうした微生物化石は堆積環境でどのように保存されていたかはあきらかにされていない。しかも、化石プロセスにおける微生物の形態的、化学的变化についてはまったくわかっていない。

地化学プロセスのモデルに実験はつぎの諸条件で形成されるものと考えておくことにする。

まず、実際に現場で生じた事柄を想定してみる。①岩石の風化プロセスでシリカが溶脱され、飽和されたシリカはコロイドとして堆積される。こうしたコロイドはらん藻類似の微生物に取込まれる。

つぎに、②堆積環境からの水分蒸散が生じ、pHの変化が生ずる、コロイドはゾルからゲルへと転化する。微生物はシリカゲルの中にとじこめられ、保存される。

最後に、③圧密作用によって水分は減少し、ゲルは非晶質物体に転化、さらに結晶化される。このようにして微生物を保存した微結晶化石が形成される。

勿論、このプロセスは現存するチャートなどの生因とは無関係である。

微生物材料としては以下のらん藻ならびに緑藻を供試した。また、微生物の培養培地は表にしめすとうりである(表1)。

表1. らん藻と緑藻および培地組成

Anabaena cylindrica

Anacystis nidulans

Lyngbia borgerti

Nostoc muscorum

Oscillatoria tenuis

Tolypothrix tenuis

Chlorella ovalis

Chlorella pyrenoidosa

Scenedesmus chlorelloides

Scenedesmus nanus

らん藻培地	緑藻培地
Ca(NO ₃) ₂ , 0.04 (g)	KNO ₃ , 0.4 (g)
K ₂ HPO ₄ , 0.01	KH ₂ PO ₄ , 0.14
MgSO ₄ · 7H ₂ O, 0.025	MgSO ₄ · 7H ₂ O, 0.25
Na ₂ CO ₃ , 0.02	ビーフェキス, 1.0
Na ₂ SiO ₃ , 0.025	グルコース, 2.0
くえん酸鉄, 0.003	純水, 1,000 ml
くえん酸, 0.003	pH = 7.5-8.5
純水, 1,000 ml	
pH = 7.5-8.5	

液体培地で約10日間培養した微生物菌体を生理食塩水で洗滌したのち、シリカゾルに2日間浸漬する、この場合のシリカゾルのpHは海水のpH(7.5~8.5)に近似の値とした。

2日間に、0.1N NaClとなるよう塩酸で中和して、シリカゾルをシリカゲルに転化させる。さらに、昇温・昇圧条件を調整しながら水圧式オートクレーブ中でシリカゲルを結晶化させる。昇温条件は100℃~300℃、昇圧条件は300 atm ~ 750 atmであった。450 atm以上加圧すると微生物菌体は変化、250℃以上加温でも熱変性される。しかし、シリカゲルの結晶化はこれら条件の範囲ではかなり急速に進行するので、微生物の変性はあまりみとめられない。

低温条件、低圧条件ではシリカゲルの結晶化に数ヶ月もかかる、また、高温条件、高圧条件でははげしい変化をとともうので微生物菌体は気化・消失してしまう。このため、適当な温度・圧力条件を創出するには試行錯誤法にたよることとなる。

水圧式オートクレーブ中の適当な温度・圧力条件(100℃~250℃, 300 atm ~ 450 atm)で形成された非晶質産物はX線マイクロアナライザーにより解析する。熱水反応によって形成された非晶質シリカのほかにα-石英とクリストバライトが検出される。

微生物菌体が完全にシリカで置換されていて、その形態がきれいに保存されていることもあきらかとなった。

微生物菌体の中には直径20μ以下の小球状単粒としてα-石英とモザイク状の非晶質シリカがみとめられる。なお、5% HFで溶解すると微生物菌体のはっきり確認される。

上述したような短時日の処理によって、保存される微生物の形態的特徴あるいは化学的特徴を解明することができる。つまり微生物の化石プロセスにおける実験を繰返すことにより長

期間保存されやすい特徴で選定できる。

このようにしてえられた情報をもとにして地質時代に形成された微生物化石の解明になにかしかな近づいていけるのではなからうか。

この短報を提出するにあたり、ここにのべたような地化学プロセスのモデル実験に対するアイデアを知らせて下さった Schopf ならびに Kuznetsov 両氏に感謝するとともに、供試微生物菌株を分譲いただいた東京大学応用微生物研究所藻類保存施設の市村氏に御礼申上げる。

参 照 文 献

- 1) Tsuru, S., H. IIZUKA, ICB(Tokyo) Proceeding Paper, Section G-21, (1967)
- 2) Tsuru, S., I. A. G. C. (Tokyo) Hydrochemistry and Biogeochemistry Symposium, (1970)
- 3) 都留信也, 化石研究会誌 No. 1. 29-34
- 4) Barghoorn, E. S., *Priroda* No. 1. p. 30, (1972)
- 5) Schopf, J. W., *Personal Communication with Science*, 174, 1229, (1971)
- 6) Nagy, B. et al., *Science*, 165, 1211, (1969)

追 記

本実験は東京大学応用微生物研究所第3研究部において行ったものである。X線マイクロアナライザー分析は日立那珂工場に依頼した結果である。詳細は別途報告の予定。