

三瓶温泉のマンガン沈殿物形成における微生物の役割 Microbial roles on the formation of manganese deposits at Sambe hot spring

千原 亮二^{1*}, 白石史人¹

Ryoji CHIHARA^{1*}, Fumito, SHIRAISHI¹

¹ 広島大学大学院理学研究科

¹Hiroshima University Graduate School of Science

マンガンは地球上の火成岩・堆積岩・変成岩をはじめ、深海底のマンガン団塊やマンガンクラストなど、環境中に広く分布する。土壤中におけるマンガンは、主に三価または四価の酸化物として存在しており、酸化剤や触媒として様々な化学反応に関与している。特に最近では、マンガン酸化物の形成における微生物の役割に注目が集まっており、マンガン酸化菌の代謝が培養実験などによって明らかになってきている。このような研究から、微生物が関与するマンガン酸化反応は非生物的な反応よりも早いことが示され、環境中におけるマンガン酸化物の大部分は微生物起源とする見解もある。本研究では、近年発見された島根県三瓶温泉の大規模マンガン沈殿物において地球化学的・微生物学的検討を行い、マンガン酸化物形成において微生物の果たす役割を明らかにすることを目的とする。

三瓶温泉は島根県中央部の三瓶山南山麓に位置し、谷底から湧出した温泉水が淡水流と合流しながら南へ流下している。泉源から約 100 m の上流域では鉄酸化物が沈殿しているが、それより下流では約 300 m にわたってマンガン酸化物が連続的に沈殿している。温泉水は流下に伴って溶存酸素濃度が上昇し、鉄濃度・マンガン濃度・平衡二酸化炭素が低下する。Eh は上流域で複雑な挙動を示すが、下流域では流下するに従い上昇する。温泉水の化学組成に基づいてマンガン化学種の安定領域を計算したところ、上流域では溶存種 (Mn^{2+})、下流域では不溶性種であるマンガン酸化物が安定であり、これはマンガン酸化物の分布や溶存マンガンの濃度変化と整合的である。

下流域のマンガン酸化物は厚さ約 1 cm であり、その下には約 0.5 cm の白色層と厚さ 5 cm 以上の薄緑色層が見られる。共焦点レーザー走査顕微鏡によって沈殿物表面を観察したところ、フィラメント状藻類と珪藻が多くみられ、それらによって分泌された細胞外重合物質 (EPS) も確認することができた。微小電極による沈殿物表面近傍での化学プロファイル測定結果からは、これら藻類の光合成によって沈殿物表面の溶存酸素濃度・Eh・pH が上昇していることが示された。このことから、光合成によって発生する酸素がマンガンの沈殿を促進している可能性がある。一方で、マンガン酸化菌によるマンガンの直接酸化が起きていることも考えられる。予察的な遺伝子解析の結果からは、マンガン酸化菌の存在は確認できていないが、クローン数が少ないため今後の検討によって検出される可能性はある。