

## 天然環境中のウラン還元反応への微生物の直接的および間接的影響

## Direct and indirect microbiological effects on uranium reduction in natural systems

# 鈴木 庸平 [1]

# Yohey Suzuki[1]

[1] 産総研

[1] GSJ, AIST

ウランの酸化還元反応は地球史を通して表層環境におけるウランの物質循環を支配してきた。黒海に代表される硫化水素に富む水塊中でウランは還元されず、海底堆積物中で迅速に還元沈殿する現象が1980年代後半から知られており、複雑な環境中でどのようにウランが還元沈殿するかは長い間議論的であった。1991年にウランの還元反応を酵素学的に触媒する微生物が発見された事を引き金に、ウランの地球微生物学が急速に発展してきた。この発展に伴いウランの天然環境中での還元機構が明らかになりつつある。現在までに知られるウラン還元経路は二通りある。一つは溶存二価鉄が三価鉄含有鉱物に吸着した際形成する表面錯体の  $\text{Fe}^{\text{III}}\text{OFe}^{\text{II}}\text{OH}_0$  により還元される無機的反応機構、もう一つは微生物が持つ電子伝達酵素の働きにより触媒される生化学的機構である。前者の反応機構に必須な溶存二価鉄の生成には三価鉄を還元する微生物の酵素学的作用が必要であり、間接的に微生物の関与を必要とする。従って、微生物によるウランもしくは三価鉄還元の現場活性および二価鉄を吸着する三価鉄鉱物の表面積がウラン還元速度を決定する主要因子となる。鉄還元能を有する微生物の多くはウラン還元能も有する為、微生物による鉄還元が起きている環境は二つの機構が同時進行しウランの還元的鉱物沈殿を促進すると考えられる。微生物による鉄を電子受容体とした代謝活動はその他の競合する電子受容体の存在により阻害される。従って酸素および硝酸が完全に酸化された後、微生物の鉄還元およびウラン還元が起きる。三価鉄鉱物は化学形態によって酸化還元電位が異なり、電位の高い化学形態の三価鉄から還元される為、溶存二価鉄および電位の低い三価鉄鉱物が共存する環境が形成される。電位の比較的高い三価鉄が消費されると、硫酸還元が微生物の電子受容過程になる。硫酸還元により生成した硫化水素は残留した三価鉄鉱物表面を腐食し、鉄鉱物表面の還元機構を阻害する。23属知られる硫酸還元微生物の内、2種の例外を除いて1属のみがウランの還元能を有する事が知られている。硫酸還元による硫化水素の生成が起きている環境では微生物の直接的還元作用が現在知られる唯一のウラン還元機構である。しかし、多くの堆積性ウラン鉱床で還元的ウラン鉱物は硫化鉄と同所的に沈殿している事が古くから知られており、濃集機構とその後の保存機構が異なる可能性があり、今後の研究で明らかにして行く課題である。