

■ ウランなどの重金属に 有効に働く微生物を探す — 玉川温泉、乳頭温泉における 微生物試料採取について —

バイオアクチノイド研究グループ ■ 王 紅 献 ■

Finding the microorganisms which can act effectively on heavy metals such as U
— Collection of the samples at Tamagawa and Nyuto hot springs —

Hongxian Wang

Research Group for Actinide Bioseparation

In order to discover the microorganisms which can be utilized for the bioprocessing of heavy metals such as U, many aqueous and soil samples were taken at Tamagawa and Nyuto hot springs, where the hot spring water is very high in temperature, extremely low in pH, and includes some toxic substances. From the preliminary screening tests, some kinds of microorganism including some autotrophic sulfur and iron oxidizing ones were found.

1. はじめに

微生物は様々な環境に生息し、地球生態系の平衡に大きな影響を及ぼしている。人類の活動による、環境への悪い影響がますます深刻になってきた現在、微生物を利用して有害金属イオンを除去するなどの技術、すなわちバイオテクノロジーが環境の修復技術として注目されている。坂口らは、この技術を利用して核燃料物質ウランを *Bacillus* sp., *Arthrobacter* sp. などの微生物で効率的に濃縮できることを報告している¹⁾。また、Lovley らと Frances らは *Desulfovibrio* sp., *Clostridium* sp. などの微生物を利用して可溶性ウラン (VI) を不溶性ウラン (IV) に還元することも報告している^{2,3)}。このように、微生物が持っている重

金属イオンに対する濃縮能あるいは酸化、還元能などの生体機能を利用して金属イオンを選択的に分離、回収する、新しいバイオプロセッシング法を開発するため、より高性能菌を探索、スクリーニングすることは、研究を進める上で大変重要である。このような高性能を持つ微生物を探索するため、我々のグループはオンネトー湯の滝（北海道）に続き、秋田県八幡平火山群に属する pH の極めて低い温泉に生息する微生物の調査を行った。

2. 採取場所

玉川温泉、乳頭温泉は微生物の生息環境として厳しい条件にもかかわらず、多様な生態系が形成されてい



図1 玉川温泉源泉湧出口の一つでは黒色のヒ素を含む沈着物質が見られる。



図2 乳頭山の温泉湧出口周辺に見られる緑色の析出物質。



図3 乳頭山黒湯温泉周辺の試料の光学顕微鏡による観察、珪藻、球状菌、糸状菌が見られる（ $\times 1,000$ 倍）。

る。湧出口は高温、強酸性で、溶存酸素がほとんどない状態なので、まるで原始地球の環境である。湧出した温泉水の水温が冷却するにつれて酸素も溶け込むなどにより微生物を初め生物環境がだんだん豊かになってきて、生命が溢れる環境に変化している。この光景は狭い範囲ではあるが、地球や生命の歴史を感じさせる空間であった。激しく変化する多様な環境の中には様々な生体機能を持つ自主栄養型嫌気菌から従属栄養好気菌などまでの多種多様な微生物が存在する可能性が高く、これ等の微生物中から金属イオンに対する高い酸化、還元能、濃縮能を有する高性能の微生物を見出すことができるのではないかと期待した。

3. 試料の採取と微生物存在の調査

八幡平火山群に属する焼山の玉川温泉、乳頭山の黒湯温泉周辺における水、土壌などのサンプルを採取し、微生物の有無など予備的な検討を加えた。

玉川温泉の泉質は硫黄と塩化水素系であり、強酸性かつ高温、また、有毒なヒ素が多量に含まれていることから、「玉川毒水」として古来より知られてきた。源泉で湧出する温泉水は高い濃度の塩化水素を溶存するため、そのpHは0.0であることを確認した。この強酸性の高温水中には硫黄を初めとして、バリウム、鉛などの多種類の金属イオンが含まれており、これらは下流で水温が低下し、河床に沈積する。その中に微量のラジウム-228を含むことで有名な「北投石」はこのようにして形成され、国の特別天然記念物に指定されている。サンプルの採取は源泉から川に沿って北投石が形成する流域までの5ヶ所で実施した。源泉湧出口は高温(98℃)かつ強酸性(pH0.0)であり、黒色のヒ素の沈着混合物が見られる(図1)。現時点で源泉湧出口地点での微生物の存在は確認されていないが、温度が下がり酸性度pH2.5付近となるところで微生物の存在が確認された。

乳頭山黒湯温泉は硫化水素と硫黄の酸性泉質、濁り湯であり、源泉湧出口における温度は98℃、pH2.1である。温泉水中には多種類の鉱物種が含まれており、水温が冷却するにつれて析出し、大量の白黄色のケイ酸や硫黄を含む沈着物の他、青色の金属塩類の析出物も見られた(図2)。その成分は現在分析中である。試料は源泉湧出口を含め8ヶ所で採取した。玉川温泉と比べると微生物が存在する割合は高く、数種の試料から微生物が分離できた。光学顕微鏡による観察の結果、50℃以下の水および土壌試料中に多種類の微生物の存在が確認された(図3)。その他、田沢湖、黒沢川および十和田湖でも試料を採取した。それらの試料中からも数種の微生物が分離できた。

4. 終わりに

上記分離した微生物は、その分類と同定および重金属イオンに対する適用性についてはまだ分かっていないが、その中に数種の硫黄細菌、鉄細菌および栄養従属型高温菌が確認できた。それらの菌の中から、重金属イオン、特にアクチノイドに対する高い酸化、還元能あるいは吸着能を持つ高性能菌がスクリーニングできることを期待している。

最後に、本調査の遂行にあたり様々なご協力を頂いた伊達センター長を初め推進室の皆様にご心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 坂口孝司: ウランの生体濃縮. 九州大学出版会 (1996).
- 2) DR. Lovley, EJ. P. Phillips, YA. Gorby, ER. Landa, Nature 350(1991)413.
- 3) AJ. Frances, CJ. Dodge, F. Lu, GP. Halada, CR. Clayton, Environ. Sci. Technol. 28(1994)636.