

審査の結果の要旨

氏名 サイラ アバス

環境劣化は地球全体で進行しているが、発展途上国における環境問題は先進国に比べて深刻である。多くの発展途上国には人口密集地域が点在しており、そのような地域では農業に対する要求だけでなく、経済発展や工業化への期待も大きい。経済活動は環境を犠牲にして進められることが多く、パキスタンにおいても重金属汚染問題が顕在化している。本論文は重金属汚染問題に資するためにパキスタンから新種の細菌を同定し、その重金属除去や植物生育促進効果を検討したもので、8つの章から成る。

第1章では論文全体の要旨を述べ、第2章と第3章では研究背景や現状の課題を概説している。

第4章ではパキスタンの3つの都市、シアルコット、イスラマバード、カスールの工業地帯の廃液の排出口近くから68種類の重金属耐性細菌を同定した。これらの細菌はクロム (Cr)、銅 (Cu)、Cd、鉛 (Pb) やAsに耐性であった。単離された菌株の中には、3600 ppmのCr、3300 ppmのCu、3000 ppmのCd、1500 ppmのPb and 1200 ppmのAsに耐性のものが含まれていた。特に、CdとAsに対する耐性については、今回同定されたものは既報のものよりも強い耐性を示していた。

さらに、これらの系統の一部については、重金属の蓄積能の検討が行われている。この研究においては、Cr、Cu、Pb、CdまたはAsを25 ppm含む培地を準備し、系統上異なる分類群に属する23の系統を定常状態まで48から72時間培養し、それぞれの細菌株が培地から重金属を取り除く能力を検定したところ、鉛については、NCCP-614 (99%)、NCCP-605 (96%)、NCCP-655 (91%)が高い除去効率を示した。NCCP-614とNCCP-655についてはCdの除去効率も高く、89%および59%であった。一方で、Cuの除去効率の高い系統は異なっており、NCCP-625 (42%)、NCCP-619 (38%) およびNCCP-647 (36%)が高かったことを報告している。この結果はこれらの同定された系統が汚染水中の重金属除去

に利用できる可能性を示している。

また、同定された系統について 16S rRNA 遺伝子配列を解析し、配列に基づいて細菌の属性を調べたところ、これらの重金属耐性系統は 19 の異なる属に属していることが示唆された。同定された菌の多くは *Bacillus*, *Pseudomonas* 及び *Staphylococcus* 属に属していた。また、*Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Citrobacter*, *Bravibacterium* 属に属するものも見られ、16S rRNA gene sequence の相同性は 97.9 から 100 % の範囲であった。さらに、これらの系統の一部について、植物の生育促進効果が検討された。植物の生育促進と関連のあるとされている *nifH* および *acdS* の存在がそれぞれの菌株で検討され、これらの遺伝子を持つことが推定された菌株について、ナタネの生育促進試験を行ったところ、重金属の存在下で、得られた系統の中には生育促進効果を持つものが認められた。

第 5 章から第 7 章では、同定された菌株 3 種について、新種として同定をしている。16S rRNA 遺伝子配列解析や DNA ハイブリダイゼーション、各種生理的・生化学的解析によって第 5 章では *Acinetobacter pakistanensis* sp. nov. (Abbas et al. 2014), を、第 6 章では *Alcaligenes pakistanensis* sp. nov. (Abbas et al. 2015a) を、第 7 章では *Bacillus malikii* sp. nov. (Abbas et al. 2015b) を同定し、命名している。これらはパキスタンで単離され新種細菌として同定された初めての例であった。

第 8 章では、論文全体を通じた考察と結論を述べている。

以上、本論文は、重金属に耐性な新種を含む微生物系統をパキスタンから初めて同定したものであり、さらに、それらの中に優れた重金属除去効果や植物の生育促進効果を持つものを見いだしており、これらの系統の環境浄化や農業利用への可能性が示されたものである。これらの研究成果は、学術上・応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。