

モエジマシダによる自然由来の砒素汚染土壌のファイトレメディエーションに関する基礎的実験

Basic experiments on phytoremediation by *Pteris vittata* L. of natural arsenic-polluted soil

榊原 正幸[1]; 渡邊 彩[2]; 佐野 栄[3]; 井上 雅裕[4]; 堀 利栄[5]

Masayuki Sakakibara[1]; Aya Watanabe[2]; Sakae Sano[3]; Masahiro Inoue[4]; Rie Hori, S.[5]

[1] 愛媛大・理・地球科学; [2] 愛大・理・生物地球圏科学; [3] 愛媛大・教育・地学; [4] 愛大・理・生物; [5] 愛大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Ehime Univ.; [2] Biology & Earth Sciences, Faculty of Science, Ehime Univ.; [3] Earth Sci. Lab., Fac. Educ., Ehime Univ.; [4] Biology, Faculty of Science, Ehime Univ.; [5] Dept. Earth Sci., Ehime Univ.

ファイトレメディエーションは植物による環境浄化技術であり、低コスト・エネルギー消費0・環境調和型という夢の環境浄化技術である。モエジマシダは最近発見されたAsのハイパーアキュミュレーターである。この植物は多量のAsを土壌から吸収するだけでなく、吸収したAsの90%以上を地上部のバイオマス中に蓄積する。この能力がAs汚染土壌のファイトレメディエーションを可能にした。本研究では、モエジマシダの胞子のAs耐性および前葉体の総As吸収量、およびAsを溶出する泥岩から作成した土壌のモエジマシダによる浄化に関する基礎的実験を行った。 に関しては、従来の栽培実験よりも高気温でファイトレメディエーションを行った。

実験方法

(1) モエジマシダの胞子のAs耐性および前葉体の総As吸収量に関する実験

滅菌したシャーレーに、1/1000ハイポネックス溶液で作成した0.8%寒天溶液を入れ、寒天が固まる前に、砒素濃度が0~500 μ Mになるよう砒酸水素二ナトリウム(七水和物)、亜砒酸としてメタ亜砒酸ナトリウムを入れ、冷まして培地を作成する。この培地に殺菌した胞子を入れた滅菌水を0.05mlずつ蒔き、密閉する。この後、シャーレーをインキュベーターに入れ、任意に選出した胞子50個の発芽率を6日および10日後に測定した。また、104日後に前葉体を採取し、そのAs濃度を測定した。モエジマシダの葉の総As濃度は、ICP-MSで測定した。

(2) Asを溶出する泥岩から作成した土壌のモエジマシダによる浄化実験

実験には、北海道夕張市スーパーパロ川周辺の函淵層群の泥岩を使用した。泥岩を細かく粉砕した後、ポットに粉砕した泥岩を入れ、モエジマシダを植えた。実験開始から62日目以降、3週間おきに小葉を採取し、実験開始から128日目に地上部をすべて刈り取った。その後、モエジマシダの葉を成長の程度および中軸の長さで分け、分析した。モエジマシダの分析は放射化分析およびICP-MSで、土壌の分析は蛍光X線分析装置で行った。

結果および考察

(1) モエジマシダの胞子はすべてのAs形態および濃度で発芽した。ただし、その形態および発芽率は、砒素の形態および濃度でかなり変化する。前葉体を成長状態から観察すると、翼および仮根のそれが培地のAs濃度が増加するにつれて、悪化している。また、発芽率は砒酸より亜砒酸を含む培地で育った胞子の方が明瞭に低い。

モエジマシダの前葉体の総As濃度は、亜砒酸の場合、培地のAs濃度が50 μ Mから300 μ Mまで増加するにつれて、67.6から1023mg/kg-DWまで増加する。しかしながら、前葉体がほとんど成長していない400 μ M以上の条件では、そのAs濃度も低下する。

今回行ったモエジマシダの胞子の発芽実験の結果、モエジマシダは発芽過程において極めて強いAs耐性能力を有することが明らかになった。モデル植物であるシロイヌナズナやヘビノネコザより、モエジマシダの方が胞子の発芽に関してより強いAs耐性がある。これらの研究結果に基づくと、モエジマシダは成体だけでなく、胞子および前葉体も、他の砒素集積植物と比較して、Asに対する耐性を有することを示唆している。ただし、砒酸と比較して、亜砒酸がよりモエジマシダの発芽を阻害する効果が大きいと考えられる。

(2) モエジマシダの各葉は極めて大きなAs濃度範囲(26~3000mg/kg-DW)を示した。モエジマシダのAs濃度と葉の大きさには関係があり、最もAs濃度の高いものを除けば、全体として正の相関を示す。また、全体的に若くなるにつれて葉のAs濃度が高くなる傾向がみられた。モエジマシダの小葉中のAs濃度は先端部で最も高く、中心部、根元部の順であった。62日目以降、As濃度は減少し、特に先端部での減少量が大きかった。モエジマシダは、泥岩土壌のAsの約2.7%を吸収した。モエジマシダの栽培に使用した泥岩土壌中の含有量および溶出量は、実験前と比較して、すべての深さで減少した。今回の実験によって泥岩土壌から除去されたAsは総As量の約15%、水溶性Asの約45%である。また、葉が若いほどAs濃度が高くなる傾向が認められた。これは、モエジマシダが成長の比較的初期の段階において多量のAsを吸収・蓄積していると考えられる。

さて、本実験では、モエジマシダに吸収されたAs量と土壌から除去されたAs量は一致していない。しかし、62日目以降、小葉中のAs濃度が減少していることから、葉の成長によってAs濃度が低下しただけでなく、高気温の条件で、吸収したAsをメチル化して体外に排出している可能性が考えられる。この結果は、モエジマシダによるファイトレメディエーションがファイトエクストラクションおよびファイトボラタイリゼーションを複合して行われる可能性を示している。

