



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Phytofiltration of arsenic and cadmium from the water environment using <i>Micranthemum umbrosum</i> [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Islam, Md. Shariful
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11530号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57121
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Md.Shariful_Islam_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

環境起学専攻 博士（環境科学） 氏 名 Md. Shariful Islam

審査委員	主査	教 授	田 中 俊 逸	
	副査	教 授	古 月 文 志	
	副査	教 授	露 崎 史 朗	
	副査	教 授	齋 藤 健	(大学院保健科学研究所)
	副査	助 教	藏 崎 正 明	

学 位 論 文 題 名

Phytofiltration of arsenic and cadmium from the water environment using
Micranthemum umbrosum

(*Micranthemum umbrosum*を用いた水圏環境よりのヒ素及びカドミウムの浄化)

経済的発展に伴い、急速な工業化を行なっている途上国において、重金属の汚染の防止と共に環境浄化および修復技術の開発が求められている。重金属の環境修復技術の中で、近年ファイトレメディエーションが注目されている。従来の研究において土壌環境汚染に対するファイトレメディエーションに関する研究はよく行われてきたが、水圏の重金属汚染に対するファイトレメディエーションに関する研究例は少ない。申請者は、バングラデシュをはじめとする南アジアおよび東南アジアに多くある飲料水に用いる表層水のヒ素汚染、及び日本を含む東アジアにまだ多く残されているカドミウム汚染等の浄化に水草を用いる着想を得た。本研究において、これまでファイトレメディエーションの対象として調べられていなかった *Micranthemum umbrosum* を用いて、ヒ素及びカドミウムを対象としたファイトレメディエーションの可否および金属吸収メカニズム等について調べた。

まず、ファイトレメディエーションの問題点を浮き彫りにするために3種の植物を用いた土壌中のヒ素汚染浄化に関する予備的検討を行ない、Bio-concentration factor r (BCF)の妥当性、さらにはバイオマス変化と重金属吸収量の変化等を検討し、これら指標を用いることでファイトレメディエーションにおける有用性を評価できることを示した。

次に本研究の目的である *M. umbrosum* を用いた水圏におけるファイトレメディエーションの有効性を調べるために、500 mLビーカーに *M. umbrosum* を一株ずつ栄養塩存在下で1週間馴致培養し、その後カドミウムについては0.3、3 および30 ppmの3種類の濃度、ヒ素については0.2、0.45および1.0 ppmの3種類の濃度で *M. umbrosum* を1週間の育成試験を行った。育成実験後、原子吸光光度計およびICPマスマススペクトロメトリーを用いて水草各部位のカドミウムおよびヒ素量を、さらに育成水溶液中のカドミウムおよびヒ素濃度の1週間の経時変化を測定した。その結果、ヒ素の水溶液中濃度は、ほぼ毎日前日より有意に低減し、いずれの濃度においても1週間で約80%以上低減していた。一方、カドミウムはヒ素に比べると *M. umbrosum* による除去効果が少し低かったが、1週間で水溶液中の約60%以上が低減さ

れていた。また、植物のどの部位に金属が多く蓄積しているかを調べると、ヒ素の場合は葉>茎>根の順に多く蓄積し、カドミウムの場合は根>葉>茎の順に多く蓄積していることが明らかになった。更に*M. umbrosum*が曝露金属の高集積植物であるか否かを確かめるため、BCFを求めたところ、ヒ素曝露でのBCF値は、ほぼ全濃度、全部位で1000以上を示し、Zayedら(1998)の定義により*M. umbrosum*が高集積植物であることが明らかになった。またカドミウムでも、多くの条件で500以上のBCF値を示した。以上の結果から*M. umbrosum*は水圏のヒ素およびカドミウムの除去のためのファイトレメディエーションに有効であることが明らかとなった。

次にこのヒ素に関する高集積性の機構を明らかにするため、ヒ素及びカドミウムを曝露した際の色素（クロロフィルおよびアントシアニン）、多量栄養素および微量栄養素の変化を経時的に解析したところ、ヒ素曝露では、植物体に含まれるこれら因子に大きな変動が認められなかったが、カドミウム曝露では濃度依存的に有意に減少する傾向が認められた。またこの結果は、ヒ素曝露ではバイオマスが有意に増加するが、カドミウム曝露では有意に減少するという結果とも一致しており、*M. umbrosum*のカドミウムに比べてヒ素に対する高集積性は、*M. umbrosum*のヒ素毒性に対する感受性の低さによるものと考えられた。さらに、生化学的解析により、チオール基を含むカドミウム結合物質は認められなかったが、含チオール低分子ヒ素結合物質の存在は確認できた。この物質が*M. umbrosum*のヒ素毒性に対する感受性が低い原因の一つであることも考えられた。以上の事柄の他にも、*M. umbrosum*が有機ヒ素に比べて無機ヒ素をより多く吸収すること、*M. umbrosum*の金属吸収機構がミカエリスメンテン式で説明がつくこと、*M. umbrosum*の金属吸収には光が必要であること、および植物体の部分のみでは吸収はうまく行なわれず、植物体全体が必要であること等も明らかにされた。

以上、本論文により、*M. umbrosum*はカドミウム及びヒ素、ことに無機ヒ素に対して高い吸收集積性を示し、かつ、ヒ素毒性の感受性が低いことから、水圏に混入しているヒ素の環境浄化に極めて有益な植物であることが初めて明らかにされ、ヒ素のファイトレメディエーションに有効であることが示された。以上のことから本研究で示された成果は、ヒ素汚染に晒されている地域の飲料水用表層水の環境浄化に大きな貢献を為すことが期待される。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。