



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of collectable adsorbent on the surface of water after adsorption of pollutant [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	三原, 義広
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11356号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55531
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yoshihiro_Mihara_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

環境物質科学専攻 博士(環境科学)

氏 名 三 原 義 広

学 位 論 文 題 名

Development of collectable adsorbent on the surface of water after adsorption of pollutant

(汚染物質の吸着後水面で回収可能な新規吸着材料の開発)

多くの種類の汚染物質が日常生活や産業活動によって、また事故等によって環境に放出されている。石油化学工場や鉱山の精錬所、原子力発電所から排出される毒性の強い有機物、金属、放射性物質などによる水や土壌の汚染は、深刻な環境問題を引き起こしている。これらの汚染物質は比重が異なり、水面に浮上するもの、水底に沈むもの、水に均一に存在するものなど様々である。たとえば、原油の比重は水よりも小さいため水面上に浮上する。一方、ニトロベンゼンの比重は水よりも大きく水底に沈降する。 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Cs^{+} といった金属イオンの多くは水溶性であり、水中で均一に存在している。異なる比重をもつ様々な汚染物質を効率よく吸着させるためには吸着剤と汚染物質の十分な接触時間を確保する必要があり、汚染物質と同程度の比重を持つことが吸着剤に求められる。どんなに優れた吸着能力があるとしても、汚染物質を吸着した後吸着剤を回収することができなければ意味がない。このことから、吸着剤を実際の汚染サイトで適応する際には、吸着剤の比重の制御が重要であると同時に、吸着剤が容易に回収される必要がある。吸着剤の化学的、物理的な特性を制御することで、回収操作の容易さを目的とした吸着剤の研究はすでにいくつか報告されている。たとえば吸着体の母材としてマグネタイトを用いると、汚染物質の吸着の後、磁石によって吸着剤を回収することができる。また、活性炭、カーボンナノチューブなどの吸着剤をアルギン酸ゲルに内包することによって微細な吸着剤の取り扱いの簡便化を目指した研究も行われている。しかしながら、吸着過程での吸着剤の比重の制御と、吸着後の吸着剤の回収の容易さを目指した研究はほとんどない。

そこで本研究では、上述したような吸着剤を実現するために「重り」と「浮き」の両方を導入することにより比重を制御することで、水底または水中に存在する汚染物質との接触時間を確保し、最後に水面に浮上する吸着材料の開発を試みた。

本論文は、7つの章で構成されている。第1章では、本研究の背景ならびに本研究の目的が記述されている。第2章では「重り」と「浮き」による吸着剤の比重制御の結果が記述されている。アルギン酸ゲルビーズの中に「重り」と「浮き」の両方を導入し、これらの量的関

係を調節することで、水底で一定時間滞留し、その後浮上する吸着剤の設計を検討した。「重り」として CaCO_3 を用い、その粉末をアルギン酸ゲルビーズに内包し、 CaCO_3 が水に溶解することによってゲルビーズの水底での滞留時間、水面への浮上時間、比重の時間変化を制御する方法が試みられた。第3章では「浮き」として CO_2 ガスの気泡や中空体である火山性のシラスバルーンを用い、その浮きとしての安定性が評価された。オクタデシル基を修飾したシラスバルーンは、水中で安定した浮力を示し、表面を疎水化したシラスバルーンは、 CO_2 ガスの気泡に代わり、長期間使用可能な浮きとして有効であることが確認できた。また、チオール基を修飾したシラスバルーンも作製され、比重差を用いて土壌からカドミウムイオンを除去するための吸着剤としてその使用が試された。第4章では、イオン交換反応による吸着剤の比重の制御について記述されている。プロトン型陽イオン交換体は、水中の金属イオンとの交換反応によってプロトンを放出し、そのプロトンが重りとして用いた MgCO_3 を溶解することによってゲルビーズの比重が制御できることを確認した。ゲルビーズ内の重りの量を変化させることによって、金属イオンが全てのイオン交換サイトに結合した後に浮上するようにゲルビーズの浮上時間を制御することも可能となる。第5章では、イースト菌とグルコースを用いた発酵プロセスを導入した吸着剤の開発について記述されている。グルコースのイースト菌による発酵過程をゲルビーズ内に導入したものは、発酵によって発生した炭酸ガスが浮きとなって浮上するが、一度水面に浮上した後、再び沈降し、それを繰り返す現象が観察され、その鉛直回遊過程の解析を試みた。第6章では、プルシアンブルーのアルギン酸ゲルビーズ内での合成と、セシウムイオンの吸着除去について記述されている。最後に、第7章では本研究の総括が記述されている。本研究では4種類の「重り」と「浮き」の組み合わせが検討され、吸着剤の比重の制御という機能を付加することによって、水底から水面へ移動する機能や簡単な回収操作を吸着剤に導入することに成功した。さらに、吸着剤の浮力を制御することで、水底と水面の間を繰り返し鉛直回遊する吸着体を開発することができた。

本研究で開発された吸着体は、取水や攪拌が困難な水域、または大型タンクに蓄えられた水中あるいは水底から汚染物質を吸着し、最後は水面上で回収が可能な吸着材料の開発の可能性を示したものであり、環境修復における新規な手法のひとつとしてその貢献が期待される。