

浮標性水生植物ホテイアオイを吸着材に用いた海面浮上油の処理に関する基礎的検討

宮崎大学工学部（学）○中村孝洋、（正）鈴木祥広、（正）丸山俊朗

1. はじめに

浮標性水生植物であるホテイアオイは、水中の溶存有機物やリンおよび窒素等の栄養塩類を吸収して成長する。そのため、湖沼の窒素・リン濃度を低下させる環境浄化技術として利用可能である。しかしながら、冬季になると大量に繁茂していたものが一斉に枯れ、湖沼等の底に堆積し、再び栄養塩を水中に放出してしまうため、適切な時期に繁茂したホテイアオイを回収する必要がある。しかしながら、回収したホテイアオイバイオマスを有効利用する方法・技術は見当たらない。一方、海洋油流出事故に対する対策としては、一般にポリプロピレン製品である油吸着材が使われる。しかしながら、ポリプロピレン製油吸着材は単価が高く、油処理にかかるコストが膨大になるため、安価な材料を用いた油吸着材が望まれる。このような背景において、Rubioらは水生植物 *Salvinia sp.*を用いた油吸着に関する研究を報告している。そこで本研究では、ホテイアオイバイオマスに着目し、浮上油についてホテイアオイを油吸着材として有効利用できるか否かを検討することを目的とし、市販の油吸着材、古くから浮上油吸着材として使用し得るものとして挙げられてきた稲ワラやおがくずとの油吸着比較を行った。

2. 実験内容

2.1 浮上油吸着実験¹⁾

吸着材:ホテイアオイ、稲ワラ、おがくずは60℃で乾燥させ、1mm以上2.36mm以下に裁断した。市販の油吸着マット(KFO マット)は4mm×4mm×5mmに裁断した。

油:タンカー等の油流出事故を想定して、外航貿易に従事する船舶で使用される燃料のうちA重油を使用した。

原水:人工海水上にA重油を1~50g浮上させ、ロータリーシェイカーで100rpm、1分間攪拌した。

吸着実験:ホテイアオイ、稲ワラ、おがくず、油吸着マットを乾燥したまま1g添加した。その後、ロータリーシェイカーで100rpm、5分間攪拌し、吸着材を金網上に10分間静置させ、吸着材に吸着した油を油抽出溶媒に抽出し、吸着した油の量を測定した。

2.2 吸着材の表面積の評価(メチレンブルー吸着実験)

吸着材のメチレンブルー吸着量の大小により吸着材単位重量当たりの表面積を評価し、浮上油吸着と表面積の関係を調べた。

吸着材:用いた吸着材は、浮上油吸着実験で使用したのと同じ種類、同じ大きさとした。

原水:メチレンブルー3水塩をりん酸塩緩衝液に溶解させて、1.5mg/Lのメチレンブルー溶液を作成した。

吸着実験:吸着材の吸着性能に応じて、吸着材それぞれの所定量をメチレンブルー溶液に添加し、往復回数200回/minで30分間振とうした。吸着材と接触させたメチレンブルー溶液を吸引ろ過した後、ろ液の吸光度を波長665nmで測定した。そして、あらかじめ求めたメチレンブルー残留濃度と吸光度の検量線より、吸着材単位質量当たりのメチレンブルー吸着量を求めた。

2.3 吸着材の親水性・疎水性試験²⁾

吸着材の親水性・疎水性を評価して、浮上油の吸着能と親水性・疎水性の関係を調べた。

吸着材:用いた吸着材は、浮上油吸着実験で使用したのと同じ種類としたが、大きさは150μm以上300μm以下に整えた。

手順:内径1cm、長さ40cmのガラス管に同量の吸着材を充填し、水またはヘキサンが入ったビーカーに浸し、その吸着材が液体を吸い上げる高さの経時変化を求めた。

3. 結果と考察

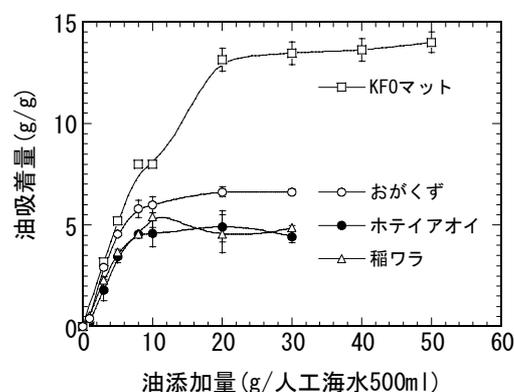


図-1 人工海水上への油添加量と吸着材1g当たりの油吸着量、n=3

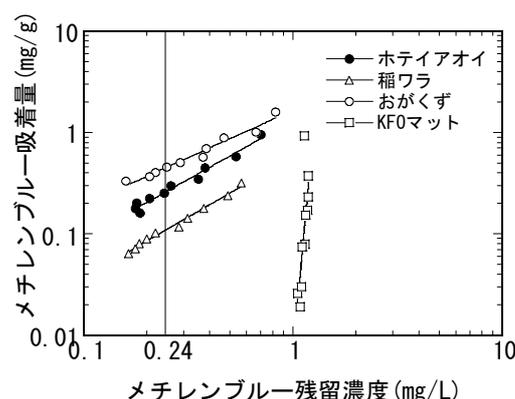


図-2 メチレンブルー吸着等温線

3.1 浮上油吸着量

人工海水 500ml 当たりの油添加量に対する単位重量当たりの吸着材の油吸着量を図-1 に示した。油添加量の増加にともなって油吸着量も増し、KFO マットは 20g-油/500ml、その他の吸着材は 10g-油/500ml でほぼ飽和状態に達した。ホテアオイの飽和油吸着量は 4.5g/g であり、KFO マットの約 1/3 であった。稲ワラはホテアオイと同程度の飽和吸着量を示し、おがくずは 2g 程度高かった。油添加量の少ない場合においてはホテアオイをはじめとする植物系バイオマスの吸着材も KFO マットと同等の吸着量を示した。実際の海洋油流出汚染では、海水 500ml 当たりに 10g 以上の油が浮遊する可能性は極めて低く、ホテアオイバイオマスは、吸着材として効果的に利用できることが明らかになった。

3.2 表面積の評価

各吸着材に対するメチレンブルーの吸着等温線から吸着材の表面積を評価した(図-2)。単位重量当たりの表面積はおがくず、ホテアオイ、稲ワラの順に小さく、表面積と飽和油吸着量との関係は認められなかった。なお、KFO マットはメチレンブルーによる表面積の評価はできなかった。この原因は、KFO マットが撥水性に優れており、メチレンブルー溶液と共に接触させても浮上したままで、メチレンブルーと十分に接触できなかったためと考えられる。

3.3 親水性・疎水性の評価

水の吸い上げ高さによる親水性の評価では、稲ワラの水の吸い上げ高さは、ホテアオイ、おがくずと比較して3倍以上に達し、稲ワラが最も親水性が高いと判断された(図-3)。これに対して、ヘキサンの吸い上げ高さによる疎水性の評価では、いずれの植物系バイオマス吸着材も類似した変化を示し、本実験結果からは疎水性の差は認められなかった(図-4)。親水性の高い稲ワラにおいて、疎水性である油の吸着量が高くなった要因は不明であるが、吸着材の物理的な構造が油吸着量に影響しているのではないかと考えられた。

4. まとめ

ホテアオイの飽和油吸着量は、市販の油吸着材である KFO マットの約 1/3 であるが、油添加量の少ない条件においては、KFO マットに匹敵する油吸着能を有する。また、ホテアオイの油吸着能は、古くから利用されてきた植物系吸着材の稲ワラ、おがくずと同等であった。KFO マットの単価は約 7,000 円/kg であること、稲ワラは家畜飼料としてのニーズが高いことを鑑みると、ホテアオイバイオマスは、油流出汚染における油吸着材として有効利用できる可能性が高いと考えられる。

参考文献

- 1)Robert F. Johnson, Tulsidas G. Manjrekar, James E. Halligan : Removal of Oil from Water Surfaces by Sorption on Unstructured Fibers, Science and Technology, Vol.7, No.5, p.440, (1973).
- 2)T. H. Ribeiro, Ross W. Smish, Jorge Rubio : Sorption of Oils by the Nonliving Biomass of a Salvinia sp., Environmental Science and Technology, Vol.34, No.24, p.5203 (2000).

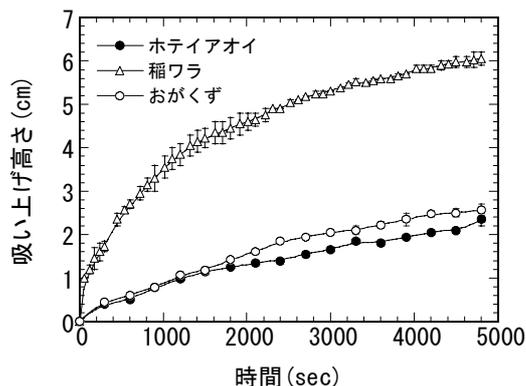


図-3 各吸着材における水吸い上げ高さの経時変化（親水性試験）、n=2

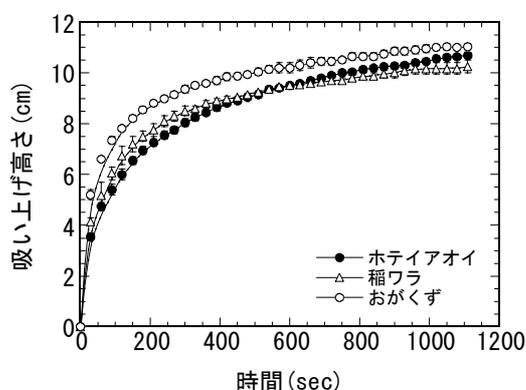


図-4 各吸着材におけるヘキサン吸い上げ高さの経時変化（疎水性試験）、n=2