

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月20日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580277

研究課題名（和文） ピートモスによる油と重金属の吸着並びに油の生分解に関する基礎的研究

研究課題名（英文） Basic study on the absorption of oil and heavy metal, and biodegradation by peat

研究代表者

大坪 政美 (OHTSUBO MASAMI)

九州大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：80112316

研究成果の概要（和文）：

水中に混入した重油をピートモスにより吸着させる室内実験によると、ピートモスは自重の4～5倍のA重油を、6.5倍程度のC重油を保持する。カラム試験によると、吸油過程では、ピートモスは他の吸着材に比べてより多くの灯油をより高い位置にまで引き上げ、脱油過程ではより多くの灯油をより高い位置に保持する。ピートモス中のA重油とB重油は25℃の条件下で、70日経過後それぞれ初期含量の70%および30%が生分解された。

研究成果の概要（英文）：

The tests of heavy oil sorption by the peat mixed with water indicated that the peat is capable of retaining A-type and C-type heavy oil as much as 4 to 5 times and about 6.5 times the peat, respectively. The cylindrical column tests indicated that the peat soaks up kerosene to a higher position in an oil absorption process and retains kerosene at a higher position in an oil desorption process compared with other oil absorbents. The A-type and C-type heavy oil in the peat was biodegraded by 70% and 30% under 25℃ for 70 days, respectively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：ピートモス、油、保持、流出、土壤汚染、修復

1. 研究開始当初の背景

近年、海域、陸域における油、重金属によ

る汚染は深刻になりつつある。海域においては、油の流出が海洋生物に多大な被害を及ぼ

す。油に含まれる難分解性の成分は、長期間海中や海底に残留する。海岸に漂着した油は砂地に侵入するので、分解には長時間を要し汚染は長期化する。

流出した油を処理するために現在、化学繊維や自然素材からなる各種の油吸着材が利用されている。これらの吸着材と、本研究で取り扱うピートモス（植物が泥炭化したもの）に対して油吸着の予備試験を行った結果、ピートモスは他の吸着材に比べて高い油吸着能をもつことが判明した。これは、ピートモスが多孔質構造を有することに起因すると推察した。これまでピートモスによる油の吸着に関する研究はあるが、油吸着のメカニズムを扱った研究はない。

わが国では油吸着材の使用に当たっては、油が流出した海域に袋状の油吸着材を投入して油を吸着させ、油を含む吸着材は、法令に従って産業廃棄物として処分されている。しかし、本研究で扱う、微生物を添加したピートモス（商標名 スファグソープ、カナダアースケア社）を利用すれば、粉末状のピートモスを油の流出現場に散布して油を吸着させ、放置することで油は微生物により分解される。ピートモスは自然由来の物資であり生態系に負荷を与えないので、回収して処分する必要はない。ただ、これを実行するには法令の改正が必要である。

陸域での油や重金属の流出は、土壌や地下水の汚染を引き起こしており、その対策は急務である。本研究で想定している油汚染土壌の修復法は、油汚染土を掘削して、その掘削土とピートモスを特殊な作業機械の中で混合して、混合土を掘削した現場に埋め戻すというものである。埋め戻された混合土に含まれる油はピートモスに強く保持されるので、地盤中を移動することはない。時間の経過とともに土中の油分は微生物により分解されて、油汚染土は修復される。

重金属汚染については、ピートモスが負のpH 依存荷電を有するため、重金属を特異的に吸着することが可能である。油と重金属を含む廃水が土壌を汚染する事例が多く報告されているが、これまで油と重金属が共存するときの、ピートモスによる重金属吸着の特性は研究されていない。

2. 研究の目的

本研究では、第一にピートモスが優れた油吸着能を有することに着目して、ピートモスによる油の吸着特性を室内試験により明らかにする。第二に、ピートモスに吸着された油が生分解される過程を諸条件下で実験的に調べ、微生物の増殖モデルをもとに油の減衰式を提示する。第三は、筆者らが提案した油汚染土から油の拡散を防止する技術—油汚染土を掘削して、その掘削土とピートモスを特殊な作業機械の中で混合して、混合土を

掘削した現場に埋め戻す新工法—に関わる室内実験である。汚染土中のピートモスは油を保持するので、雨水が油汚染土中を浸透しても油は浸出しないと予想される。この過程を室内試験により再現して、どの程度のピートモスを汚染土に混ぜれば、油汚染土からの油の浸出を防止できるかを調べる。

3. 材料と研究の方法

(1) ピートモス

本研究で用いたものは、カナダのアースケア社（商標名：スファグソープ）であり、カナダ産のミズゴケ泥炭を加工して作られたものである。加工法としては、原料の泥炭を水で洗浄後、シュレッダーにかけ、篩により不純物を除く。その後、水分を低下させる乾燥工程を経て5種類の微生物を添加する。これらの処理を行うことによりピートモスは一時的に疎水性になる。そのため水中の汚染物質を吸着する間は水面に浮いているが、約2日後には沈む。ピートモスの個体密度は 1.27 g/cm^3 、含水比は12.6%である。

走査型電子顕微鏡写真によるとピートモスは繊維状の単体からなっており、単体は棒状でありその長さは1mm程度である。単体中にはたくさんの孔隙が存在する。孔の大きさは7~12 μm 程度であり、孔隙の表面はなめらかではなく、しわ状を呈している。

(2) 油の吸着特性

① 水中の重油吸着

海域に油が流出したとき、ピートモスを投入して油を吸着することを想定して、ピートモスによる重油の吸着能を室内実験により調べる。

- ・油の種類：A 重油，B 重油
- ・水中に一定の重油を混合し、それにピートモスを投入してピートモスが最大どの程度の油を保持できるかを算定した。
- ・油分濃度は重量法により算定した。

② カラム試験による灯油の吸着

- ・油吸着材：ピートモス，珪藻土，活性炭，ポリプロピレン
- ・各吸着材の比表面積をEGME（エチレングリコール・モノエチルエーテル）吸着法で測定した。
- ・土壌の毛管ポテンシャル測定法の一つである土柱法を用いて灯油の保持試験を行った。
- ・円筒カラム（内径2.5 cm，高さ2 cmの亚克力円筒を重ねたもの，全長80 cm）に吸着材を詰めた。
- ・吸着材の灯油保持能を、吸油過程と脱油過程について調べた。
- ・吸油過程ではカラムの下端を灯油に浸し、試料に灯油を吸収させた。
- ・脱油過程では、試料を詰めたカラムを水平にして灯油に完全に浸して飽和させ、それを垂直に立て、灯油が下方に移動するまで放置した。

・24時間後に円筒(2 cm)を分離し、各円筒中の吸着材が保持している灯油を秤量した。

(2) 重油の生分解試験

海水中に流出した重油をピートモスが吸着し、吸着された重油(A重油, C重油)が生分解される過程を想定して実験を行った。

・500 mL容ビーカーに100 mLの人工海水を入れ、それに重油10 gを混合した後、2 gのピートモスを添加した。このような試料を複数個作成し、重油の生分解試験に供した。

・重油の生分解に関与する要因として温度と酸素供給を考え、温度は25°Cと3°C、酸素供給(25°C)を設定した。

・これらの条件下の試料を数日おきに取り出し、ソックスレー抽出器を用いてピートモス中に残存する重油の重量を調べた。

(3) 油汚染土とピートモスの混合による油の浸出低減

・試料土(標準砂, マサ土)に油を加えて油汚染土を作成し、それにピートモスを混合した。

・ピートモスの混合割合は、0, 2, 4, 6, 8, 10%とした。

・油としては灯油とA重油を用いた。

・油汚染の程度は、灯油では50, 100 g/kg, A重油では50 g/kgとした。

・汚染土を高さ2cm, 直径6cmの亚克力容器に詰め、それに水を浸透させ、浸出する油の量を測定した。

4. 研究成果

(1) 油の吸着保持

・電子顕微鏡写真によるとピートモスは繊維質であり、棒状の単体は多数の孔隙をもち、その内表面は凹凸に富む。そのため比表面積は大きい値を示す。比表面積の値は、ピートモス=503 m²/g, 珪藻土=9 m²/g, 活性炭=624 m²/g, ポリプロピレン=12 m²/gである。

・水中に混入した重油をピートモスにより吸着させる室内実験から、ピートモスは自重の4~5倍のA重油を、6.5倍程度のC重油を保持する。

・油分特性曲線によると、吸油過程では、ピートモスは他の吸着材(ピートモス, 珪藻土, 活性炭, ポリプロピレン)に比べてより多くの灯油をより高い位置にまで引き上げ、脱油過程ではより多くの灯油をより高い位置に保持する。このような優れた灯油吸着能は、ピートモスが繊維質の多孔構造であることに加え、油を特異的に吸着することに起因する。これは、ピートモスの主成分がリグニンであり、この構造の一部が、油の主成分であるベンゼンやキシレンと非常に類似していることから生じる。

・いずれの吸着材も、吸油過程より脱油過程の方が、より多くの灯油をより高い位置に保持するというヒステリシス特性を示すが、その程度はピートモスが最も大きかった。これ

は、ピートモスが最小の孔隙(7~12 μm)をもち、その表面が他の材料に比べて凹凸に富むためである。他の材料の孔隙については、活性炭が20~30 μm, ポリプロピレンには孔隙が存在しない。

・密度の異なるピートモスの油分特性曲線を比べると、緩詰め(0.11g/cm³)より密詰め(0.20g/cm³)の方が、より高い位置により多くの灯油を保持することができる。

・カラム中の吸着材が保持する灯油の全量は、吸油過程では密詰めのピートモスが最大であり、脱油過程では、密詰め、緩詰めのピートモスのいずれも他の材料より大きかった。

・脱油過程で、単位質量のピートモスが保持する灯油保持量は、密詰め、緩詰めのいずれも他の吸着材より著しく大きかった。

・ピートモスが他の吸着材に比べて油保持能と経済性の両面から優れている。

(2) ピートモスに保持された重油の生分解

生分解の後、ピートモスに残留する重油の割合は、25°Cにおいて、70日経過後A重油では30%, C重油では80%であった。

・3°CにおけるA重油の残留割合は、70日経過後70%であった。

・袋に詰めたピートモス中のA重油の残留割合は、25°Cにおいて曝気条件下で70日経過後50%まで低下した。

・B重油(A重油とB重油を半分ずつ混合したもの)の生分解試験を滅菌と非滅菌のピートモスを使って行った。非滅菌のピートモスでは80日で重油のおよそ50%が分解されたが、非滅菌では重油の分解はほとんど見られなかった。

・ピートモスに残留する重油の減衰曲線は、Gompertzモデル曲線から導いた近似式で表すことができる。

(3) 油汚染土とピートモスの混合による油の浸出低減

① 標準砂を使ったとき

・50 g/kgの油汚染では、ピートモスを2%混合するだけで灯油とA重油の浸出を0.1%に抑えることができた。

・ピートモス無添加では、灯油は84%, A重油は2%浸出した。

・100 g/kgの灯油汚染では、ピートモスを4%混合することで灯油の浸出を0.1%に抑えることができた。

・ピートモスの混合割合が2%と0%のとき、灯油の浸出はそれぞれ44%と81%であった。

② マサ土を使ったとき

・50 g/kgの油汚染では、灯油の浸出はピートモス無添加でも0.6%である。

・100 g/kgの油汚染では、ピートモスを2%混合することで灯油の浸出を0.45%に抑えることができた。

・ピートモス無添加では7%の灯油が浸出した。

・50 g/kg の A 重油汚染では、油の浸出はピートモス無添加でも 0.6%であった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

①大坪政美, 小西一貴, 真玉洋彰, 東 孝寛, 金山素平, 高田雄三, ピートモスの灯油保持カラム試験による油吸着材としての性能評価, 農業農村工学会論文集, 査読有, 第 277 号, 2012, 1-7

②大坪政美, 小西一貴, 真玉洋彰, 東 孝寛, 金山素平, ピートモスによる油の保持と生分解, 九州大学農学部学芸雑誌, 査読無, 第 2 号, 2011, 11-20

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大坪政美 (OHTSUBO MASAMI)
九州大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 80112316

(2) 研究分担者

東 孝寛 (HIGASHI TAKAHIRO)
九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号: 00181066

金山素平 (KANAYAMA MOTOHEI)
九州大学・大学院農学研究院・助教
研究者番号: 60398104

筑紫二郎 (CHIKUSHI JIRO)
九州大学・生物環境利用推進センター・教授
研究者番号: 00127458
(H22-H23)

(3) 連携研究者

研究者番号: