

海洋環境浄化技術

—杉樹皮を用いた流出油回収技術—

斉藤雅樹・大内成司

材料開発部

Marine Environment Cleaning Technology — Oil Recovering System Using the Bark of Cedar —

Masaki SAITO, Joji OUCHI
Material Development Division

要旨

近年、多発している海洋での油流出事故の対策技術として、通常は燃焼処理されている杉樹皮の繊維に網を組み合わせ、油水分離機能を持つフィルターとして、水面上の高粘度油を除去する目的で基本的な実験を行ったところ、ポリプロピレン製の従来製品等に比べて遜色ない機能を持つことが判明した。

1. 緒言

平成9年1月に日本海で発生したナホトカ号事故では、合計 6,240kl のC重油が流出し、日本海側の各府県が甚大な被害を受け、約27万人のボランティアが海岸の重油をすくったり拾ったりしたことは記憶に新しい。

同様の事故が本県近海で発生した場合、各方面に重大な影響を及ぼすことが推測されるが、油回収資機材の備蓄をはじめとする対策が十分とは言えない状況にある。これらの充実を求める一方、自治体や漁協レベルでの自衛的な活動が特に事故直後の対処に効果を発揮するとも言われ、簡便かつ環境への二次的影響の小さい対策技術の開発が求められつつある。

本研究では、燃焼処理などで廃棄されることの多い杉樹皮が撥水・親油性を有することに着目し、これを漁網などの網で梱包したFig.1 に示すような樹皮製フィルター（以下、NBF ; Net with Bark Filter と略記）について基本的な実験を行い、油流出事故の対策としての可能性を検討した。

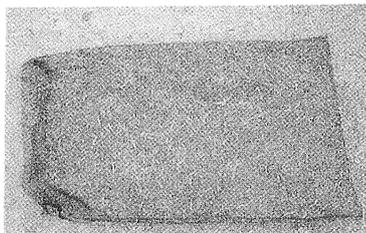


Fig.1 樹皮製フィルター(NBF)

2. 背景と目的

2.1 油流出事故の各種対策

一般に油流出事故が起きると、対策には大きく分けて海上燃焼、化学的処理、微生物修復、物理的回収の4つ

の選択肢があるとされる。

海上燃焼は流出現場で油に火を着けて燃やすもので、近年注目されている手法であるが、安全面や環境面に問題がある。

化学的処理は、界面活性剤で油を微粒子化して海中に分散し、自然分解を待つものである。事故直後には非常に有効であるが、二日以上経過した油には効果がないと言われる。また、改善されたものの依然として毒性については賛否両論ある。

微生物修復は、主に海岸に漂着した油を微生物で分解する試みで、生態系への配慮から特定の油分解菌をまくという方法ではなく、その海岸にもともと存在する菌に肥料を与えて活性化してやる、という方法が一般的である。浄化に要する期間は数ヶ月～数年のオーダーであり、今のところ即効的な対処方法ではない。

物理的回収とは、金属製円盤表面に付着させる機材 (Fig.2)、油水の比重差を利用して分離する機材 (堰式)、あるいは油を自ら吸着する素材 (吸着マット) などを用いて、文字通り海から回

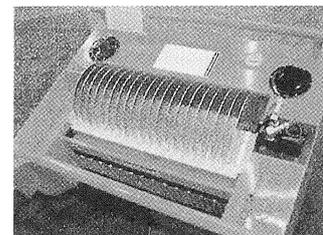


Fig.2 ディスク式油回収機

収する方法である。吸着マット等は現在、ポリプロピレン製が中心である。これらの使用を容易にするために油を包囲する目的でオイルフェンス (Fig.3) が張られる場合もある。

さて、流出油への対応を考える上で、最も重要な油の

スペックは「粘度」である。上記4つの方法の内、海上燃焼と化学的処理は主に低粘度油が対象であり、C重油のような高粘度油への対応は困難である。微生物修復は漂着後の選択肢であり、事故直後の高粘度油への対応は物理的回収が中心にならざるを得ない。

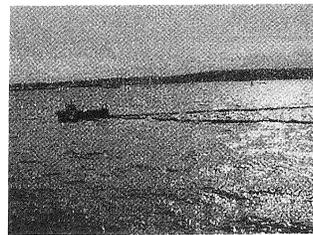


Fig. 3 展張したオイルフェンス

2.2 事故の状況と資機材の備蓄

1974～1994の20年間に国内で起きた流出量100kl以上の30件の事故中、高粘度のC重油が14件(47%)、他の重油を含めると25件(84%)にのぼっている(Fig. 4)。統計上は約1年半に1回、重大な高粘度油流出事故が国内で発生していることになる。

この状況の下、各港などでは油回収船・装置が配備されている。全国でオイルフェンス約1,300km、油吸着材約1,000tほどであるが、一つの問題は、事故現場に到着するのにどれほどの時間を要するのかという点である。備蓄基地から回収用資機材が到着するのを待っておれず、漁業従事者など地元の方々が柄杓や漁網を持って先に出動したという事例を耳にする。

こうなると、市町村や漁協というローカルな単位で自衛的に資機材備蓄を、という話になるが、ネックになるのがこれら油回収資機材の価格の高さである。種類にもよるが、吸着材1kg当り五千元、オイルフェンス1m当り一万円、本格的な回収装置になると1基が何千万円というオーダーになり、購入を妨げる要因となっている。

本研究のねらいは、こうしたボランティアな団体でもさほど負担となることなく購入・備蓄が可能な資機材の実現であり、そのために原料として安価な廃棄物を活用することとしている。

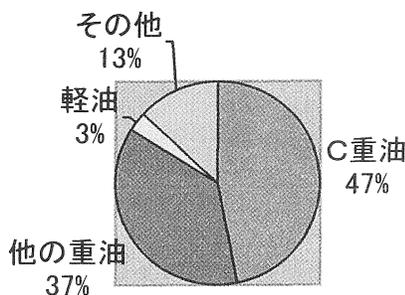


Fig. 4 流出事故における油種 (100kl以上の国内事故、1974-1994)

3. 実験

3.1 杉樹皮の適性確認

廃棄物として処理されている天然素材の油吸着材としての適性を検証するべく、杉樹皮、籾殻、紙片をフィルターとして用い、C重油と食塩水の混合物を分離する実験を行った(Table 1)。樹皮は、ほぼC重油を分離でき、優れた油水分離機能を持つことがわかる。

Table 1 フィルター透過量の比較 (cm³)

フィルター材	樹皮	籾殻	紙片	注入量
3%食塩水	155	150	120	160
C重油	<1	15	20	40

(室温30℃, フィルター各10g, 注入後3分経過時点)

同様の実験をより低粘度の機械用潤滑油についても行ったが、似たような結果が出ている。

杉樹皮がC重油のみをほぼ分離する理由については、樹皮中のリグニンによる親油・疎水性と表面積の大きい物理形状(Fig. 5)が主であると考えられるが、この二点を満たしかつ杉樹皮ほどの機能を持たない素材もあり、本件の検証については今後の課題である。



Fig. 5 杉樹皮の形状

3.2 NBFの基本性能

杉樹皮のメリットの一つに繊維が細く長い状態で産出される点があげられる。天然材料を油吸着材に用いる場合、例えば、オガクズや木材粉炭などでは、それらが散逸しないよう外包材に目の細かい紙などを用いる必要がある。一部の超高粘度油になると、メッシュを通過できずに内部まで到達せず、せっかくの吸着能力を発揮できない場合がある。杉樹皮のような長い繊維を用いると、外包材の網目を大きくできるので、この心配がない。

こうして、杉樹皮と数ミリメートルのメッシュを持つ網を組合せ、基本型のNBFを試作し、従来品との性能比

較を行った。吸着マットのような物理的回収手段においては、油の吸着量が多いこと及び水の吸着量が少ないことが基本的条件となる。試験は運輸省の定める「排出油防除資材の性能試験基準」に基づき、静水静置の条件下、10cm×10cmの資機材を油に5分間浮かべて吸着させ、次に油切りのため5分間ネット上に放置した後、重量の変化から単位自重当たりの油吸着重量 (sorbency ratio) を測定するものである。なお、油種については同基準指定のB重油ではなく、比較のため軽油、潤滑油、C重油で行っている。

従来品Aはナホトカ号事故で活躍した重油回収に専門化した資機材、従来品Bは伝統的な吸着マットで、いずれもポリプロピレンを主原料とする。結果をTable 2に示す。NBFは従来品Aより若干劣り、C重油で4.3程度のsorbency ratioであるが、中身はほぼ未加工の天然繊維であり、この成績はある程度評価して良いと思われる。

Table 2 単位自重当たりの油吸着重量

油種	軽油	潤滑油	C重油	(水)
NBF	1.5	3.2	4.3	0.21
従来品A	1.4	3.1	5.8	0.81
従来品B	5.1	5.4	0.35	0.07

3.3 NBFによるオペレーション

次に、NBFを実際にどう使用するのかについて検討を行った。従来の吸着マットのように、船上から油の浮かぶ海面に投入し、カギ爪付きの棒で拾い上げる方法もある。また、オイルフェンスのように油を包囲して拡散を防ぐ用途も考えられる。

こうした従来同様のオペレーションにおいても、ある程度の効果をあげると考えられるが、杉樹皮の油吸着量は未加工の状態では先述のとおり自重の4倍程度とさほど優れては無い。むしろ、油と水を分ける機能を積極的に活用することを考慮し、漁法的回収というオペレーションを提案している。これは、Fig.6に示すように海面魚の漁に使われる「まき網漁法」の手法を用い、言わば魚の代わりに油を捕獲するオペレーションである。成功すれば、オイルフェンスで包囲後にポンプで回収、といった二度手間が要らず、NBF単体で包囲・回収が可能であり、高粘度油を文字どおり一網打尽に出来る。

また、原料に漁網を用いることで既存の漁船にNBFをマウントし、即席の油回収船に仕立てる、という狙いもある。

この方法の実現可能性を探るべく、本年2月に佐賀県伊万里市にある水槽 (23m x 13m) にて実験を行った。厚さ2cmと4cmのNBFを試作し、1m x 12m サイズに加工

した (Fig.7)。静水中においてC重油とムース化油それぞれ40リットルを水面に投入し、NBFにより包囲した後 (Fig.8)、漁法的な回収を試みたところ、Table 3のような結果となった。ただ、この数値はオペレーションの上手下手でどうにでもなるのであくまで参考値である。

実験により明らかになったのは、今回のNBF試作品は、漁法的回収を実現するには作業性が悪すぎるとのことである。特に厚さ4cmのものは乾燥重量が20kgを超えており、水面からの引き上げに数人の人手を要し、実用的とは言い難かった。

その一方で、油の包囲については全く問題がなく、オイルフェンスとしては十分機能することが確認された。また、予想以上に杉樹皮の効果は高く、油の包囲に働いているのは幅1mの内、端部から約30cmの部分のみで、残りの大半の樹皮は表面が乾いたままの未使用の状態であり、この部分は省略できることが判明した。

オイルフェンスとして使用する場合の問題点は、NBF下からの油のくぐり抜けである。通常、オイルフェンスは直立しており、水面下に油のくぐり抜けを防ぐ仕切り (スカート) が付いている。杉樹皮の場合、比重が乾燥時で0.05程度、浸水後でも0.2程度であり、水面下に安定に留め置くには相当のおもりを必要とするので現実的ではない。また、NBFに従来品と同様のスカートを設置すると価格的なメリットを失いかねないので、形状面での工夫等で対処したいと考えている。

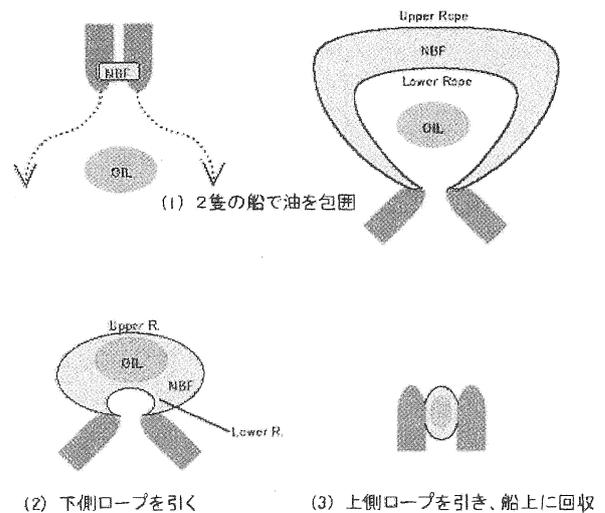


Fig.6 漁法的回収の手順

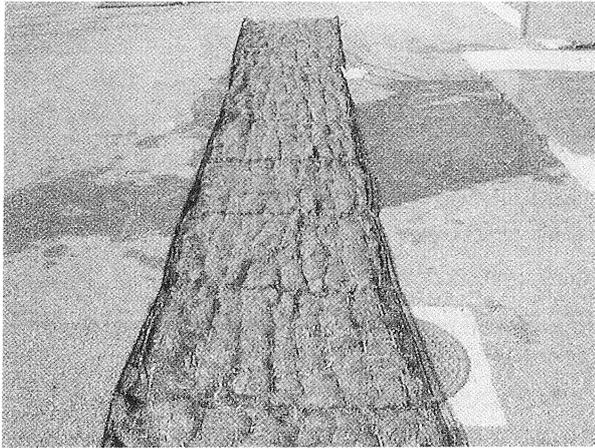


Fig.7 NBF 試作品 (1m x 12m)

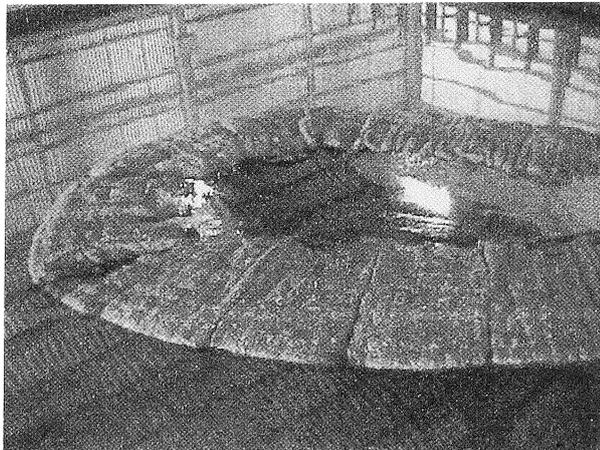


Fig.8 NBF による油の包囲

Table 3 NBF により回収された油量の比較

資機材名	NBF	NBF	NBF
厚さ	4cm	2cm	2cm
油種	C重油	C重油	ムース化油
粘度(9.5℃)	2,900cSt	2,900cSt	150,000cSt
回収量/投入量(L)	28.5/40	22/40	19/40
回収率(%)	71%	55%	48%

本実験の結果を踏まえ、小型・軽量化および形状の改良による作業性の向上を目指し、NBF のバージョンアップを図っているところである。

4. 結言

NBFはオペレーション方法によっては従来製品と遜色ない高粘度油吸着機能を有することが判明した。また、備蓄の際に問題となる価格や環境への二次的影響などでは従来品より優位であることが推察され、今後、NBFの改良・大型化及びオペレーション方法の改善を行えば、実

用化の可能性は高いと考えられる。

5. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご支援を頂いた日本財団、熊谷科学技術振興財団、泉科学技術振興財団、ご助言を頂いた海上災害防止センター、大分海上保安部、大分県海洋水産研究センター、大分県林業試験場、大分県衛生環境研究センターの皆様、またサンプル・資機材をご提供頂いた鶴見町漁業協同組合、日田資源開発事業協同組合、九州石油㈱の皆様、ご協力を頂いた報道各社の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- 1) M. Saito, J. Ouchi: Temporary Response System for Viscous Oil by Fishery Technique, 1999 International Oil Spill Conference Proceedings (1999)
- 2) International Tanker Owners Pollution Federation Ltd.: Response to Marine Oil Spill (1986)
- 3) 海上災害防止センター他: 海上防災ハンドブック (1996)
- 4) Robert Schulze Environmental Consultant, Inc.: World Catalog of Oil Spill Response Products - six edition (1997)
- 5) 松本 謙: 油濁対策技術の現況, ペトロテック Vol.20, No.10(1997), P.13.
- 6) 大分県防災会議: 大分県地域防災計画 (資料編) (1996)
- 7) 大分県水産試験場: 漁業種類の地方名称(1993)