

# 油流出対応における総合評価法

J.M. ベーガー（英国エコロジスト）

## 要 旨

本論文は、流出油対策における環境に対する総合評価法（Net Environmental Benefit Analysis）を生態学的観点から検討するものである。これには対策を講じなかった場合と比較した、動植物相およびこれらの生息環境に対する各種流出対策の長所および短所の評価が含まれる。沿岸への油処理剤の散布と海岸の浄化に特に注意を払い、これらの対策に専ら関係しそうな科学的事歴と実験による証拠に対して検討を加える。海岸線の浄化については、海岸自体と、流出対応によって様々な影響をうける可能性があり相互に作用を及ぼしそうなシステム（例えば、鳥のコロニーや沿岸の養殖施設など）の両方に対して検討を加える。いくつかのシナリオについては、沿岸への油処理剤の散布によって、環境上の相対的利益（NEB）がもたらされると結論づけられるが、ほとんどの場合の沿岸への油流出については、どのような形態の浄化を行っても、それが生態学的に正当とされることはほとんどない。しかし、相互に作用し合うシステムのために実施される適度の浄化は容認される。積極的な浄化は、回復を遅らせる場合が多い。

## はじめに

流出油対応には、環境上の観点からの論争をほとんど起こさないか、全く起こさないものもある。沖合の例では、物理的な封じ込めと回収である。沿岸の例では、生物学的生産性は低い、快適性の価値が高い砂浜の表面に残される油のことを考えてみればよい。この油が物理学的方法によって除去され、下層の砂の除去量をできるだけ少なくすることができれば、このような浄化法は、浜辺の利用者に明確な利益をもたらすと共に、生物学的観点からみた明白な不利益をもたらすこともない。しかし、採りうる流出油対応は、動植物相およびこれらの生息環境の両方またはそのいずれか一方に対して潜在的に損傷を与えている場合が多く、従って様々な対応の長所と短所を相互に比較評価すると共に、これらを自然浄化法（あるいは「無為無策」法としても知られている）の長所および短所と比較する必要がある。本論文の目的のために行う Net Environmental Benefit Analysis（NEBA）の狙いは、まさにこの点にある。NEBA の方法論は、Exxon Valdez 事故の余波によって目立つようになった。例えば、地価に油がある海岸については、岩石の掘削・洗浄の適切性に関して研究が行われた（NOAA 1990）。提示された処理案によって地下の油は除去できるであろうが、これによって海岸構造が変化し、生物学的回復が遅れる（すでに始まっている）ことから、これによっては NEB はもたらされないという結論が導き出された。NEBA は、すべての該当機関による流出の事前分析、協議、合意事項を考慮した上で、流出後の意志決定が最善かつ最も速やかに行われるという理由から、それ以降は統合的対応計画立案プロセスの一環として支持されてきた（IPIECA 1993 年）。

対応計画立案のために実施される NEBA は、いずれの場合も事歴と科学文献に公表されている現場実験からの経験から恩恵を受けている。関連情報を抽出することが本論文の目的である。沿岸への油処理剤の散布と海岸線の浄化には特に注意を要する。

## 沿岸への油処理剤の散布

油膜が海岸線に接近しているというシナリオが与えられている場合の対応には、例えば図 1 に示すようなある種の意志決定プロセスが必要となる。論理的に実施できる対策が空中からの油処理剤の散布しかないのは、時にはこのような場合である（遠隔地域の場合には特にそうである）。油処理剤を使用できる「機会がある」には、一般に油流出後の 1～2 日間にすぎないから、流出発生前に油処理剤の長所と短所を検討しておくことが特に重要である。

次のような問題に関する疑問点に対して、答えを出しておく必要がある。

当該沿岸の諸条件に鑑み油処理剤により処理される油膜の、予測される分散された油の濃度  
予測される濃度の分散処理された油が現地の動植物層に対してもつ毒性。

水中、堆積物中および生体内における分散処理された油の分布とその最終状態

流出油が油処理剤で処理されなかった場合の当該流出油の分布、最終状態および生物学的作用、  
例えば、流出油は沿岸の生息環境や野生生物に害を与えるかなど。

油処理剤を使用しないことは、負の影響を与えないもう一つの対策であると誤った見方をさせて  
いる場合がある。

沿岸状態に関連する一連の既存証拠を以下に要約する。沿岸状態と公海状態の両方にわたる検討内容を入手することができる（NRC 1989 年、IPIECA 1993 年）。このような情報は、油処理剤の使用が NEB をもたらすいくつかのシナリオを示している。

## Braer 号流出油事故

Braer 号の流出に対して 120t の油処理剤が散布されたが、物理的な自然分散の結果、沿岸海水中の分散油の濃度が「最悪のケース」になったことから、この事故は特に重要である。Braer 号は 1993 年 1 月 5 日、シエラランド諸島南端で座礁し、積荷である 84,700t のノルウェーのガルファクス原油は、海が荒れていたためにそのほぼ全量が海水中に分散してしまった。公表データ（ESGOSS 1994 年）によれば、タンカー付近の当初の海水中油濃度は、測定結果では数百 ppm であり、その時の海水は分散油に特有の「コーヒーに似た」褐色をしていた。この分散油の粒径は、科学的に分散させた油の粒径に類似していた（Rycroft の個人的経験による記録）。座礁船の付近では、その後の数日間にも 50ppm もの高い濃度が報告されたが、油の濃度は時間と共に低下し、座礁 60～70 日後には通常的环境濃度にまで戻った。これらのデータによれば、水中内生体の油曝露（濃度×時間、NRC 1989 年）は、油処理剤を使用した現地試験または事歴についてこれまでに報告されているもの（NRC 1989 年、IPIECA 1993 年）のどれよりもはるかに高かった。さらに Rycroft ら（1994 年）によれば、Braer 号から流出した大量の油を処理剤で中和することはできない（補給上の理由による）。このような理由から、Braer 号事故の例は、沿岸海水中に油を分散させる場合の生態学上の長

所と短所を検討するための極端なシナリオとなる。

分散油の最終状態と影響については、ESGOSS（1994年）が述べている。油処理剤を用いた NEBA に関する関連所見を要約して以下に示す。

座礁現場から 20～25km の地点にある養魚場のサケは汚染されていたが、異常な大量死はなかった。しかしその多くは売物にはならなかったため、廃棄されねばならなかった。影響を受けたすべての現場から採取したサンプルは、1993 年 7 月末までには汚染がなくなり、多環式芳香族炭化水素（PAH's）の値はほぼ正常値になった。

油流出後の最初の数日間に、多くの天然魚（主にベラとイカナゴの類）が座礁船の近くの浜辺に死んで打ちあげられた [Moore（1994年）が引用している SNH 1993 年]。イカナゴ（いくつかの食物連鎖にとって非常に重要な種）については、シェトランド諸島南部周辺における分布には何らの変化もなく、魚体数に対する影響を示す証拠はなかった。天然魚はすべての種についてサンプルの汚染が急速に低下し、漁獲禁止措置は 1993 年 4 月までに撤廃された。

貝類甲殻類については、いくつかの種において低レベルの汚染をしめる証拠が 1994 年 5 月の時点で依然として存在しており、漁獲禁止措置は 1994 年の夏まで撤廃されなかった。

沿岸地域および潮間地域については、炭化水素汚染の持続を示す証拠はほとんどなく、堆積物の残留毒性は無視できる。海の比較的深い場所やシェトランド諸島南西部のいくつかの入江に見られる微細堆積物における油の分解速度については、依然として疑問が残る。

流出油は、沿岸の大型底生生物には有意の影響を与えなかったように思われる。流出油の影響を受けた微細堆積物地域における底生生物の郡棲集団については、日和見種や油耐性種がいくらか増加し、指標となる数種の小型動物種が多数減少した。

アザラシ科やアシカ科の動物、カワウソ属の動物およびクジラ目の動物については、流出油の短期的影響は無視しても差し支えない程度のものであった。

鳥はすべての種について、他の油流出の場合と比べ、死亡率は低く、ミツユビカモメにそれ程重大でない影響がいくつか認められた点を除けば、亜致死の有害作用の徴候はなかった。

## S e a r s p o 実 験

2 種類の Murban 原油（1 つは未処理のまま、1 つは化学的に分散処理）をメイン州 Searsport の試験プロット内の浅い水中（深さ 4m 未満）に量を制御しつつ放出した。放出実施前の 1 年間のブランク試験期間中と放出試験の期間中に、水、堆積物および海洋生物のサンプルを採取した。海底から 10cm 上の浅い水中（深さは 3m を超えない）での油濃度の最大値は 20～40ppm で、これは 2 潮周期以内にバックグラウンドレベルにまで低下した。生物学的有害作用を示す証拠はなかった。

この実験（Page ら 1983 年、Gilfillan ら 1983 年、1984 年）から得られた重要な所見には、次のようなものがあつた。

化学的に分散処理した油は、液滴が下方へ拡散するにつれて揮発性炭化水素がなくなった。

分散処理された油の層にさらされた堆積物への油の含浸はほとんどなかった。

未処理油にさらされた堆積物へは油の有意の含浸があり、これは海岸下方より上方の方に多く認められた。

動物相群生集団堆積物に対する分散処理油への暴露による有害作用の証拠はなかった。

未処理油への暴露は、堆積物の動物相に有害作用を及ぼす明確な証拠があった。影響としては、商業的価値をもつ二枚貝の何らかの死滅がある。

## B I O S 実 験

次の実験は、バフフィン島北極圏の潮間帯および沿岸地帯に関する大規模実験計画の一部である。未処理油はオイルフェンスで囲まれた試験地域で放出され、波打ち際に打ちあげられるままにされた。沿岸の潮間帯下の拡散器によって油 / 油処理剤 / 海水の混合物を放出することで分散処理油の“雲”が形成された。油の水中内最高記録濃度は、深度 10m の地点で 160ppm であった。いくつかの潮間帯下の動物相に対しては、著しい急性の行動上の影響が認められたが、大規模な死滅はなかった。「分散剤処理油への暴露条件は非常に過酷なものであったが、浅い水中に生息する底生生物の代表的生息環境への影響は、生態学的にそれ程重大なものではなかった」(Sergy および Blackall 1987 年)。潮間帯下の生物は分散処理油を急速に蓄積したが、その大半は 1 年以内に分解または浄化された。未処理油残渣は 2 年後にも依然として波打ち際に存在しており、少量が隣接する潮間帯下の堆積物に移動していた。

## T R O P I C (熱 帯 地 域 ) 実 験 お よ び パ ナ マ の 製 油 所 流 出

パナマにおける TROPICS 実験は、マングローブ、海草床およびサンゴのある地域において未処理油と処理剤による分散処理の影響を比較したものである。平均水深は 1m 未満で、分散処理油の濃度は 222ppm もの高さに達した。分散処理油による影響は、サンゴおよびその他の砂礁生物を多数減少させ、マンゴの成長速度が 1 つの種で低下させたが、海草類への影響はわずかであるか、全くなかった。新しい未処理油は、マングローブおよびそれと関連する動物相の生存に重篤な長期的影響を与えた (BBallou ら 1989 年)。

パナマの流出油事故 (IPIECA 1992 年、Cubit および Conner 1993 年、Garrity ら 1993 年) は興味深い比較を提供する。未処理油は、TROPICS 実験で影響を受けたものより深い地点 (3~6m) にあるサンゴを含め、マングローブとサンゴの両方に損傷を与えた。分枝状サンゴは塊状サンゴより感受性が高らしく、回復が遅かった。サンゴへの影響の原因は、隣接するマングローブの堆積物から緩慢な油の放出と、沿岸海水の低レベルの慢性的汚染によりサンゴの生存度がその後低下するためと考えられてきた (IPIECA 1992 年)。

## そ の 他 の 熱 帯 地 域 実 験

マングローブおよびサンゴの考察に関するその他の情報は、マレーシアおよびサウジアラビアの実験から得られる。マレーシアのマングローブを用いた Lai と Feng の実験 (1985 年) で、未処理原油は若木に対する毒性が分散剤処理原油より強いことが判明した。上層堆積物中の未処理油は、風化と浄化に分散処理油より長時間要した。サウジアラビアでは LeGore らがサンゴ礁に関する実験を行なった (1989 年)。浮遊原油 (厚さ 0.25mm) に暴露させるか、または、油処理剤 (油の容積の 5%) だけに暴露したサンゴには、1 年間の観察期間中目に見える影響はなかった。分散処理油を用いた場合、24 時間暴露後の影響は全くなく、5 日間の暴露後にわずかの影響が認められた。影響には、白化やサンゴ全体の 5% 未満が寒い冬期に生き残れなかったことがある。

## 鳥 お よ び 哺 乳 動 物 に 関 す る 情 報

未処理油と分散剤処理油の影響を比較する現地実験には、鳥や哺乳動物が含まれていない点は納得できるが、鳥や毛皮に覆われている哺乳動物 (ラッコなど) を直接汚染することは、これらの動物にとっては

明らかに災難であり体表面油膜の分散処理はこのような汚染のリスクを低減させることから、それは有益なものであるに違いないと想定するのが一般的である。さらに、分散処理は鳥が油を吸い込むリスクも低減する。NRC がまとめた研究結果（1989 年）は、洗浄実験に油処理剤を「シャンプー」として用いると、毛皮や羽毛の湿潤性が上昇し、それが低体温による死亡につながるおそれがあることを示している。このことは、野生生物に対して未希釈油処理剤を誤って直接吹きつけることの有害性を示唆している。

## 海岸線の浄化

海岸線の保護には最善の努力を尽くしてはいるが、それでも海岸で油を処理しなければならない場合は多い。そのため、浄化要件の評価が必要となる（図 2）。NEBA プロセスは、海岸の油に関する大量の刊行情報を利用できる。各種浄化技術の効果については、油の流出後に研究が行なわれてきたが、これは現地実験を利用する方法によっても研究されてきた（Baker, Little および Orvens 1993 年）。最近では、岩場の多い海岸や潮間帯沼沢地草原の適切に文書化されたすべての事歴に対して、詳細な分析がなされている（AURIS 1994 年）。

このような情報のすべてを抽出すれば、想定しうる海岸浄化の理由を 2 つのグループに類別することができる。1 つのグループは実際の海岸に関するもの、他のグループは相互に作用し合う系統に関するものである。本論文の目的上、海岸は生物の生息環境を構成する物理的特徴と海岸に棲息する生物自体、すなわち海岸だけに生息する種および固着性の種が移動性に制約がある種（例えば、藻類、フジツボ、ムラサキガイ、カサガイ、ヨーロッパタマキビなど）の生物から構成される。相互作用系統は、何らかの方法で海岸を侵すか、これを利用するか、あるいはこれと関係するものであるが、一般には海岸の永続的特徴とはみなされない。相互作用系統に属する特徴の例としては次のようなものがある。

巣作りは潮間帯の上で行なうが、時々潮間帯を訪れることもある鳥、あるいは汚染海岸からの油の流出に見舞われるおそれのある沿岸海水中で餌とりを行なう鳥が作るコロニー

例えば、アザラシのように一時的立寄り場所の出産地域として海岸を利用する海洋哺乳動物

サンゴ礁、海藻養殖場、ケルブ養殖場など、汚染海岸からの油流出に見舞われるおそれのある沿岸近傍の生息環境。

サケは流れをなして海岸を横切って行くので、川に入るサケは満潮時に油のしみ込んだ海岸を渡って泳がなければならない場合もあり、その場合のサケの流れ。

観光客、潮間帯に棲息する貝・甲殻類動物、汚染海岸からの流出を被るおそれのある海岸養殖施設のような社会経済的考慮事項

以上、上記の特徴を念頭に置いて作ったいくつかの想定しうる海岸シナリオ区分であり、それぞれのシナリオには NEBA の観点からの事実記録を併記する。

## 〔油濁海岸、相互作用系統なし〕

AURIS（1994 年）は、適切に文書化された事歴のすべてを分析し、岩場の多い海岸の 85% および潮間帯沼沢地の 75% は、洗浄の有無に関係なく、それぞれ 3 年および 5 年以内に回復していることを示した（これらの数字には、次節で検討されるいくつかの極端な事例は含まれていない）。3 年および 5 年を相当下回った回復の時間尺度の短縮を浄化に期待することは妥当ではない。というのは単に移住、定着、成長という自然

回復プロセスは加速させることができないからである（油が全く存在していない場合のこのような自然プロセスの時間尺度および浄化の影響に関する証拠については、AURIS 報告に示されている）。従って、他に優先する相互作用系統がない場合、岩場の多い海岸または潮間帯沼沢地に何らかの海岸浄化作戦を実施することには、現在の証拠に基づいてこれを正当とするだけの理由はほとんどない。他のタイプの海岸に関する証拠については、まだ分析が行なわれていない。

#### 極度の油濁海岸、相互作用系統なし

少数の事例では、海岸の油濁が著しく、現在の証拠に基づき、予測回復時間が容認できない程長くなる可能性があるものもある。従って、この場合、重要な相互作用系統がない場合でも、海岸の浄化が決定されることがある。この決定が下された場合、極度の油濁に対する対策として積極的浄化を行なうと、回復時間が延びうるという点を念頭に置く必要がある。良い比較は、積極的浄化を行なった Amoco Cadiz、浄化を全く行なわなかった Metula の両流出油事故で重度の油濁被害を被った沼沢地帯に見ることができる。

チリのマゼラン海峡で発生した 1974 年の Metula 流出油事故（Baker ら 1993 年）の場合、まさに保護対象であった 1 つの低湿地がムースの厚い堆積物に覆われた。この堆積物は 1994 年にも依然として表面に見られ、風化した堆積物表面の皮膜の下には、全く新しいムースができていた。堆積物がさらに厚い地域（油の平均深度 4.1cm）では、植物の再コロニー化はほとんど行なわれていない。このような極端なシナリオの自然回復時間は、ほぼ 20 年を越えるものと予測できる。

ブルターニュで発生した 1978 年の Amoco Cadiz 流出油事故の場合も同様の重度の油濁があり、重機を用いて Ile Grande 低湿地を浄化する決定が下された。50cm もの堆積物が取り除かれ、同時に運河が広げられまっすぐにされた。その結果、低湿地表面の一部の高さが低くなり、その地面が植物の成長にとって具合の悪い潮間の高さに来るようになったため、その後このような処置は有害であることがわかった。3 か所の低湿地は、1990 年にも依然として油流出前の表面積の 26%、35%および 39%を喪失したままの状態であった（IPIECA 1994 年）。

重度の油濁に対する積極的浄化が明らかに回復時間を延ばした例はこの他にもある。シェトランド諸島 Sullom Voe で発生した 1978 年の Esso Bernicia 流出油事件が有名である。岩と砂利が機械でほとんど除去された地域では、生物の群生は 7 年後でも完全には回復していなかった（AURIS 1994 年）。

海岸に非常に厚い油の堆積物がある新しいケースを取り扱わなければならない場合はどうであろうか。上記の証拠を基準として考えると、自然浄化によっても、また強力な処置を行なっても、最善の環境的利益が得られない場合もあるように思われる。最大の利益は適度の浄化、すなわち大量の油の大半を除去はするが、海岸の表面に変化を与えない程度で、しかも油が激しく攪拌されて下層の堆積物に入り込まないように穏やかに行なう程度の浄化から得られるように思われる。これは小編成の班を用い、極力重機械の使用を避けることで達成できるであろう。このような処置を施した後の海岸の外観は、多少油分の残ったものになるであろうから、美的観点から最善とはいえないであろうが、油の風化残物が存在している中で生物の回復が行なわれている例は、数多くある（Baker ら 1990 年）。大量の油が除去される前に、低湿地の植物が成長をおさえられて死滅した場合は、再植付計画が役立つ。

#### 相互作用系統が存在する油濁海岸、適度の浄化

記述のとおり AURIS（1994 年）は適切に文書化された事歴のすべてを分析し、岩場の多い海岸の 85%および潮間帯沼沢地の 75%は、浄化の有無に関係なく、それぞれ 3 年および 5 年以内に回復していることを示

した。されに、自然回復プロセスには固有の時間尺度があり、3年および5年を相当下回る回復時間尺度の短縮を浄化に期待することは妥当でない。これは、相互作用系統がない場合、浄化にはそれを正当とする理由がないことを示す一方、相互作用系統が存在するため適度の浄化を実施するとすれば、容認できない方法で海岸の生物学的修復時間を引き伸ばすことをせずに、ほとんどの場合に実施できることも示している。

#### 相互作用系統が存在する極度の油濁海岸、積極的浄化]

積極的浄化法に入りうる例としては、堆積物除去、植生と堆積物除去の組合せ、高圧温水洗浄がある。このような方法は、極度の油濁発生後に使用される可能性が最も高いが、本節のコメントは、このような方法が中程度の油濁の発生後に用いられる場合にも適用される。積極的浄化（特に基層の除去）が海岸の生息環境を大幅に変え、海岸生物相の回復時間を2,3倍ないしそれ以上延長させることを示す証拠がある。従って、このような浄化法の使用が正当とみなされるのは、ある相互作用系統のためにできるだけ油のない海岸を速やかに達成する最優先要件がある場合に限られる。積極的浄化の実施後に、ある種の回復計画、例えば堆積物の入替えと低湿地科植物の移植の両方またはそのいずれか一方がおそらく必要となるだろう。

#### 社会経済的考慮事項と生態学的考慮事項との関係

社会経済的要因は流出油対応に関する決定の際に必然的に重要な役割を果たすことになる。例えば、観光客の訪れる海辺やマリナーは、地元経済に相当額の収入をもたらす可能性があり

(少なくともシーズン中) そのため保護(適切な場合は、沖合への油処理剤の散布を適用)または浄化の優先地域になる可能性がある。NEBAにおける社会経済的要因と生態学的要因との関係はどのようなものであろうか。以下に示すものがこの関係として可能性がある事項である。

対象地域は、主に生態学的に重要な資源(例えば鳥のコロニー)を含むので、社会経済的利害と対立する可能性はない。しかし、異なった生態学的資源同志が対立する可能性はある(例えば、海岸の積極的浄化は、そこで出産しようとしているアザラシには利益を与えるかもしれないが、海岸生物の回復を遅らせる可能性がある。)

当該地域は、主に社会経済的利害(例えば、港湾施設)を含んでいるので、生態学的利害と対立する可能性はない。しかし、異なった社会経済的資源同志が対立する可能性はある(例えば、油処理剤の散布は、快適な海辺を保護するためには有益かもしれないが、沿岸養殖場の汚染につながる可能性がある)

当該地域は生態学的資源と社会経済的資産の両方を含んでいるが、一方にとっての最適対策は、同時に他方の最適対策でもある。例えば、マングローブ湿地は、生態学的にも、また貝類甲殻類動物の採集にとっても重要なことがあり、いずれの場合にも、マングローブへの油の侵入の阻止または侵入量の削減に最優先権が与えられるであろう。

当該地域は生態学的資源と社会経済的資源の両方を含んでいるが、一方にとっての最適対策が他方の最適対策ではない。例えば、当該地域は鳥および養魚施設の両方を含んでいる。油処理剤の散布は鳥に対する脅威を低減する最善の方法かもしれないが、魚が汚染されるリスクを増大させる。

偶発事故対応計画立案プロセスは、このような対立の起こりそうな地域を確認し、すべての関係機関の話し合いによって、流出事故の発生前にこれらの地域を決定するようにしなければならない。環境的感受性の定義づけに生態学的基準を用いたLindstedt-Sivaの行なっている原理的説明は心に留めておくだけの価値がある。これは「生態学的影響は他の多くの種類の影響(例えば、審美的、経済的)より長く継続すると共に、この影響が一度発生すると、他の影響より回復が難しくなる」という根拠に基づいている。次の2つのシナリオが事例を提供してくれる。

#### シナリオ1

特別保護の対象となっているサンゴ礁が存在している浅い沿岸海水上を移動している油膜のことを考えてみよう。油膜は観光客にとって重要な砂浜の方へ移動している。油処理剤の散布は砂浜の汚染を最低限度に抑えるが、数種のサンゴは分散処理油によって損傷を受ける可能性があると予測されている。生態学的観点からは、油処理剤を使わず、流出油を砂浜に残したままにしておくのが最善の方法である。油は砂浜から迅速かつ容易に取り除きうる。油処理剤を用いると、損傷を受けたサンゴは回復に何年もかかる可能性がある。

#### シナリオ2

汚染された表層下から徐々に沿岸の海水中に油が浸出してくる石の多い海岸を考えてみよう。海岸の近く浅い潮間帯の下には、油の流出前、地元の人々が食用としていた貝類甲殻類の魚床がある。海岸の生物学的回復は始まっているが、魚床の貝類甲殻類は汚染される。汚染による被害は最大5年間継続し、この期間中これら魚介類は食べられないことが予測される。これにより流出油の積極的除去は正当なものとなされるであろうか。生態学的観点からみて、海岸の回復が妨げられることから、これを正当化できる理



由はない。その上、たとえ貝類・甲殻類の個体群が汚染を受け生き残ることができたとしても、それらに生態学的利益があるとは考えられない。浄化には生態学的観点を超すだけの無視できない経済的利益がなければならぬであろう。

## 結 論

いくつかの流出油シナリオにおいては、沿岸への油処理剤の散布によって、NEB がもたらされる。海岸についての NEBA の目的のためには、海岸自体およびある点で海岸と相互に作用し合う系（例えば、鳥や哺乳類動物のコロニーなど）の両方を検討する必要がある。

油濁のほとんどの事例において、岩場の多い海岸や潮間帯沼沢地の証拠が示すものは、海岸自体（すなわちこれと関連する植物および無脊椎動物を伴った生息環境）だけを問題とするのであれば、浄化を正当とするだけの生態学的理由はないということである。

油濁が極端な海岸の場合、適度の浄化は回復を促進しうるが、積極的浄化は回復を遅らせる可能性がある。

適度の浄化が相互作用系に対する脅威を減殺する可能性があると考えられる海岸油濁の場合は、ほとんどの事例から得られた証拠（岩場の多い海岸や潮間帯沼沢地からのもの）が示すものは、それぞれ3年および5年という標準期待値の範囲内では、このような浄化によって海岸の生物回復時間に有意差は生じないということである。

保護と浄化の優先順位を検討する場合、環境的影響は社会経済的影響よりも長期に継続し、かつ回復しにくいことがある点を念頭に置いておかなければならない。

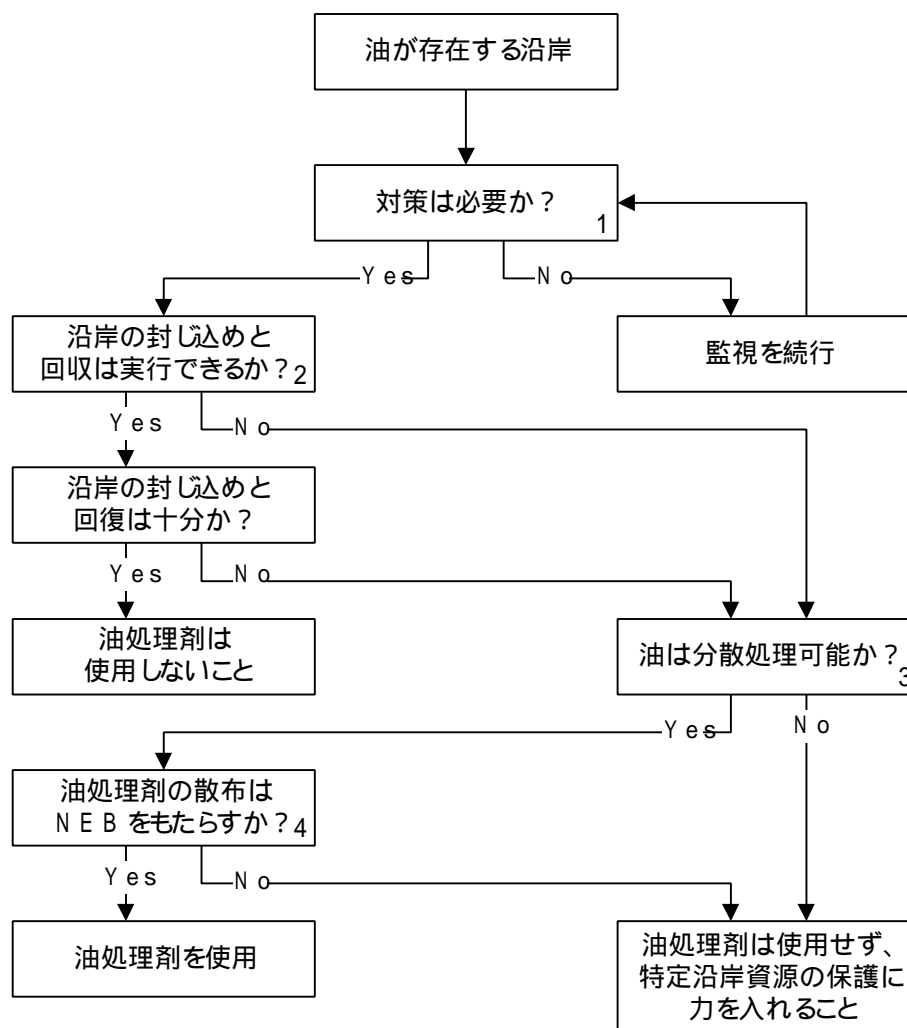


図1 . 沿岸への油処理剤散布要件を評価するためのデシジョン・ツリー

1. この質問は、油膜発見の都度繰り返し尋ねることが必要。答えは油が広い海側へ移動する場合は「No」、海岸方向へ移動し始める場合は「Yes」となる傾向がある。
2. 特定の場合に、封じ込めおよび回復以外の非油処理剤方法を検討してよい（例えば、燃焼させること）。
3. この質問は、油の種類、海の混合エネルギー、航空機 / ボート作業等後方支援の可能性の検討に必要。
4. この質問に即答するためには、油流出前のNEBAがなければならない。経済的要因の検討も重要

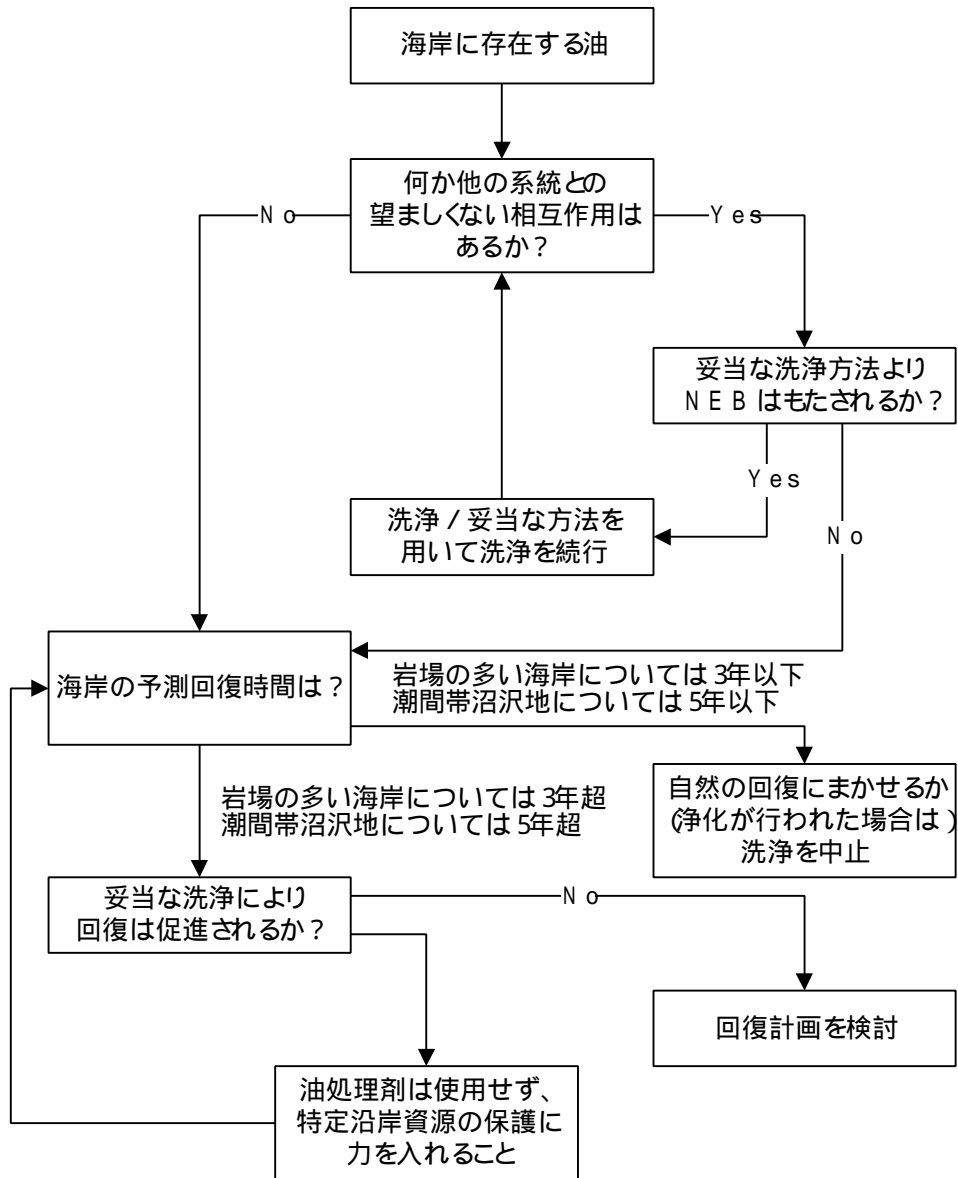


図 2 . 海岸浄化要件を評価するためのデシジョン・ツリー