

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007-2008

課題番号：19710033

研究課題名 (和文) GISによる油流出の漁業被害予測モデル

研究課題名 (英文) Prediction Model of Fisheries Damage due to Oil Pollution

研究代表者

黒田 貴子 (KURODA TAKAKO)

独立行政法人 海上技術安全研究所・海洋部門・研究員

研究者番号：00415811

研究成果の概要：

本研究では OILMAP を使った流出油挙動計算結果から油分濃度を指標に海洋生物への影響濃度を越えた海域での漁場消失による漁獲損失量について、漁業情報データベースを用いて予測する漁業被害予測モデルを、GIS を用いて開発した。さらに、このモデルを用いて 2008 年 3 月に起きた明石海峡流出油事故での海苔養殖の漁場消失範囲と生産損失量およびいかなご漁を行う船びき網漁業の漁場消失に伴う漁獲損失を予測し、実際の被害と比較した。その結果、予測被害値は実際の被害値と近い値を示し、漁業被害予測について本モデルの有用性が確認できた。また、流出油による漁場環境・生態系への影響を把握するために、流動・低次生態系モデルの植物・動物プランクトンへ油影響モデルを組み込み、流出油による植物・動物プランクトンの挙動シミュレーションを行った。その結果、流出油による低次生態系への影響は短期的であることを把握した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,100,000	0	2,100,000
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	360,000	3,660,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学,環境影響評価・環境政策

キーワード：海洋汚染, 漁業被害, GIS, 油流出, 水揚損失量, 生態系影響

## 1. 研究開始当初の背景

日本は水産資源に恵まれた国であり、沿岸域では漁業活動が盛んである。湾内では漁業活動域と船舶が輻輳する航路とが重なる海域が多い。このような海域で船舶の海難事故による油流出が発生した場合、流出油の防除作業は困難を極め、漁業被害も広がることに

なる。この事故により国際的にも漁業活動が盛んな海域では油流出による漁業被害を予測し、漁業従事者の理解と協力の下で防除作業を迅速に行うことが重要であることが認識された。米国海洋大気庁(NOAA)では、汚染された自然環境回復費用と経済的損失額を算出する環境影響評価モデル NRDM/CME (National Resource Damage

Assessment Model for Coastal and Marine Environment)を開発している。しかし、沿岸域環境や沿岸域を利用した産業は地域によって異なるため、取り巻く環境と評価する対象が合致した評価モデルが必要である。しかし我が国には流出油による漁業被害に着目し、流出油挙動予測と連携して構築された流出油被害評価モデルはないのが現状である。

## 2. 研究の目的

本研究では海洋での流出油がもたらす水産資源への影響及び水産資源利用者への影響を評価する手法を構築し、地理情報システム(GIS)を用いた漁業被害予測モデルを開発する。

本モデルは地理情報システム(GIS)上で流出油の挙動を予測し、油分濃度を指標に海洋生物への影響濃度を超えた漁場海域での漁獲損失量と漁港での水揚げ損失量、および漁場回復期間(休漁日数)を、漁業情報データベースと生態系モデルを用いて予測するモデルを開発した。さらにこのモデルを用いて実際の流出油事故事例における漁業被害を計算し、モデルの検証を行った。

## 3. 研究の方法

### 3.1 漁業被害予測モデルの概要

漁業被害予測モデルは、GISを用いて流出油の挙動計算から油分濃度を指標に漁業損失量を予測するモデルである。米国 Applied Science Associates, Inc. (ASA)の流出油挙動予測モデル“OILMAP ver.6.1.16”を用いて流出油分布と油膜厚さを計算し、油膜厚さから油分濃度に変換する。次に油分濃度分布のうち、生物影響濃度よりも高い油分濃度を示す海域を汚染海域として抽出する。生物影響濃度は海洋生物であるマダイ卵を用いたA重油に対する生物毒性試験結果を用いる。抽出された汚染域で行われる漁船漁業の水揚げ損失量を、漁業情報データベースを用いて推定する。一方、養殖漁業の場合は、油分濃度に関わらず流出油の分布と重なる養殖漁業域での生産損失量を、漁業情報データベースを用いて推定する。

Fig.1 に本モデルのフローチャートを示す。なお、本モデルはGISソフトにESRI社のArcGIS 9.2を用いて構築した。

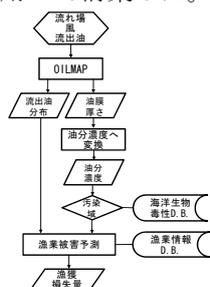


Fig.1 Flow of prediction model.

### 3.2 流出油挙動計算

OILMAPは、世界40ヶ国の行政、研究機関で使用されている流出油挙動計算ソフトウェアである。油粒子の移流をラグランジュ離散パーセル法で、拡散をランダム・ウォーク近似で計算する。運命モデルでは油の分散、蒸発、混入速度、乳化を考慮している<sup>1)</sup>。このソフトウェアはこれまでに2006年8月にフィリピンで起きたタンカーSolar1の海難事故による約200klの油流出や、2007年12月に韓国で起きたタンカーHebei Spiritの海難事故による約10,500tの油流出のシミュレーションを行っており、精度が検証されている<sup>2)</sup>。漁業被害予測モデルでは、このソフトウェアを用いて流出油の分布と油膜厚さを計算し、GIS上に表示する。

### 3.3 海洋生物への油の毒性影響

計算された油膜厚さを油分濃度に変換し、海洋生物への影響濃度を超えているか否かを判定し、汚染域を抽出する。計算された油膜厚さを生物毒性試験で用いる油分濃度に変換するために、化学分析試験を実施した。用いた油分濃度の測定方法は、n-hexanで抽出後、chryseneを指標として蛍光測定する方法である。試験で得られた油膜厚さと油分濃度の関係をFig.2に示す。図中に示す関係式を用いて油膜厚さから油分濃度へ変換する。油の急性毒性試験は一般的にヒメダカを用いて行われるが、本研究では日本の沿岸域一帯での漁業被害を予測するため、日本沿岸に広く生息し、かつ漁業対象として一般的なマダイの卵を用いて孵化への影響について毒性試験を行った。自然界では孵化仔魚の奇形は死亡につながり、これまで多くの石油暴露実験で孵化仔魚の奇形が報告されている。試験に使用した油は船舶燃料油からの油流出事故を想定し、重油の中で急性毒性が最も強いA重油である。海水と油を23時間攪拌した後、1時間静置した水溶性画分に4日間暴露して孵化後の奇形率を求めた。7段階の油分濃度試験区を設定し、1試験区100mlに対し25個のマダイ卵を使用して2連の試験を実施した。試験の結果、油に暴露したマダイ卵はすべて孵化した。しかし、孵化後24時間から多くの個体が死亡し始めたため孵化後24時間(実験開始後72時間)での孵化仔魚奇形率を求めた。油分濃度と奇形率の関係をTable 1に示す。奇形率は油分濃度0.09mg/Lでは69%を示す。この関係からマダイ卵に対する50%効果濃度(EC50)を算出した。その結果、マダイ卵のEC50は0.11mg/L(95%信頼限界0.09-0.12)、EC10は0.08mg/Lであった。

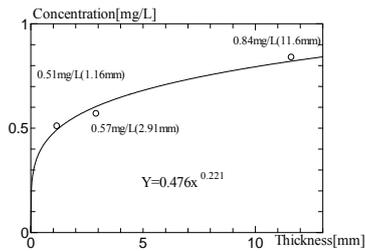


Fig.2 Relation between oil film thickness and concentration.

Table 1 Results of toxicity test.

oil concentration (mg/L)	0h	24h	48h	72h
0.011	before hatch			0%
0.016				0%
0.027				0%
0.039				0%
0.061				0%
0.090				100%
0.377				38%
			100%	
			100%	

### 3.4 漁業被害予測

流出油拡散域及び油分濃度が生物影響濃度を越えた汚染域での漁獲損失量を算出する。本モデルには漁業情報データベースに下記に示す4つの情報を収集しており、GIS上の情報と連携している。なお、対象海域は東京湾、大阪湾、伊勢湾の3海域である。

①農林水産省統計情報総合データベース/水産物流統計年報 産地水産物流統計 産地水揚量・価格/漁港別品目別水揚量・価格 (Fig. 3)

②農林水産省統計情報総合データベース/漁業・養殖業生産統計年報 海面漁業・海面養殖 大海区都道府県支所別統計/漁業種類別漁獲量・魚種別漁獲量 (Fig. 4)

③漁業生産評価メッシュ図 (水産庁)/漁業種類別漁獲量分布/漁獲量総数 漁業種類別漁獲量 魚類養殖 のり養殖 など (Fig. 5)

④漁業影響情報図 (漁場油濁被害救済基金)/漁港、共同・区画・定置漁業権、海岸線の属性、四季毎の漁船漁業の漁場、養殖場、産卵場・幼稚子の分布 など (Fig. 6)

これら漁業情報を GIS 上に載せた画面一例を Fig. 7 に示す。①、②を用いて主要漁港ごとの沿岸漁船漁業と養殖漁業の漁獲損失量を算出する。また、③を用いて流出油分布域の養殖漁業の生産損失量と、油分濃度が生物影響濃度を越えて汚染域として抽出された海域

の漁船漁業の漁獲損失量を算出する。さらに④を用いて主に海苔養殖を行う区画漁業権への被害を算出する。

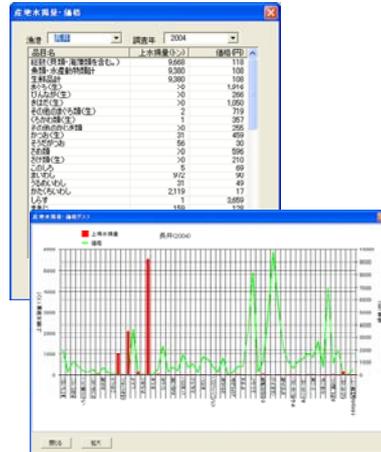


Fig. 3 Fish catch of each fishing port.

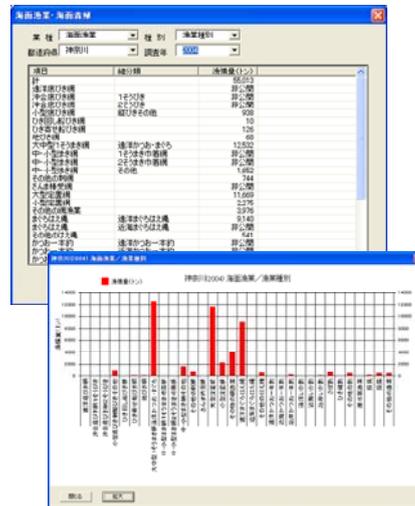


Fig. 4 Fishing method of each prefecture.

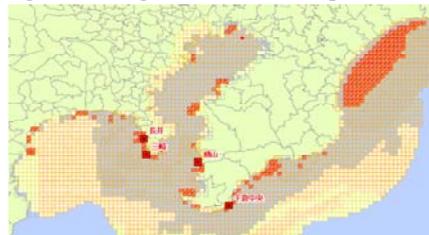


Fig. 5 Fishing distribution map.



Fig. 6 Fishing area map

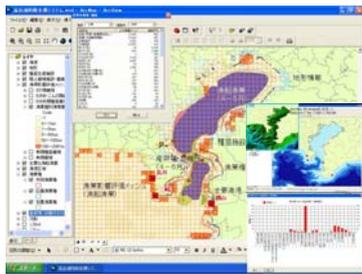


Fig. 7 Fisheries database on GIS

#### 4. 研究成果

開発した漁業被害予測モデルを用いて流出油事故事例での検証を行った。

##### 4. 1 明石海峡流出油事故

2008年3月5日14:55頃に明石海峡で、D号(総トン数496t)、O号(総トン数2,948t)、G号(総トン数1,466t)の3隻が衝突し、G号は積載していた一部の燃料油を流出し、燃料油を積載したまま沈没した。この流出油事故で海苔養殖といかなご漁に多大な損害を及ぼした。流出油事故現場海域の流出油の様子を Photo 1 に示す。



Photo1 Spilled oil around the Akashi Channel (westward view from accident point)

##### 4. 1. 1 流出油量

沈没したG号から流出した油の浮遊油状況図を Fig.8 に示す。G号の燃料油はC重油相当のMF-60(密度 $945.1\text{kg/m}^3$ 、動粘度 $56\text{cSt}$ )である。C重油の燃料タンクは両舷に38.77tずつ備えてあり、最終寄港地での1つのタンクの残存量は約29tであった。海表面上の流出油量は海面浮遊状況からの流出油推定量の合計約1.1klと、回収された油量約12klの合計として約13.1klである。船からの流出量はこれに蒸発量分を足す必要がある。G号の燃料油に物性が近い Prudhoe Bay Crude で蒸発率を計算した結果を Fig.9 に示す。蒸発率は約35%程度であり、船からの流出油量は約20.2kl程度と推定される。よって最低1つの燃料タンクが損傷していると考えられる。

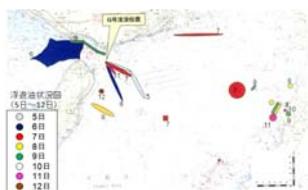


Fig.8 Distribution of actual spilled oil around the Akashi Channel (2008/3/5~3/12).

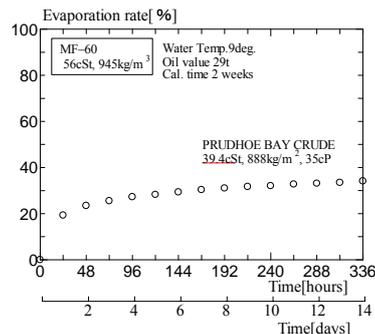


Fig.9 Evaporation rate of fuel oil.

##### 4. 1. 2 漁業被害

この流出油事故で漁業被害を受けたのは、主に海苔養殖と、この時期に事故周辺海域で盛んに行われるいかなご漁(船びき網漁業)である。兵庫県災害対策課の報告によると、海苔養殖は15の漁港、29の区画漁場で撤去を行い、油滴、油臭の付着により廃棄した海苔の重量は2,313t(燃やすための木材チップを含む)である。いかなご漁を行う船びき網漁業は、油臭による出荷停止や操業自粛及び漁獲物の廃棄を行っている。大阪湾側の5つの漁協で今季の漁を断念し、東播磨・淡路西浦側の6漁協では一時中断後、事故海域を避けて操業している。ただし、3月14日に漁獲したいかなごから油臭が確認され、廃棄処分している。海苔の養殖網撤去を行った漁協と漁場及びいかなご漁を今季断念、または一時中断した漁協を Fig.10 に示す。いかなご漁は2月28日に解禁されたばかりであり、事故現場も漁場とされている。



Fig.10 Fisheries damage area.

#### 4. 2 漁業被害予測条件

##### 4. 2. 1 流れ場

流出油挙動計算で用いた流れ場はHYDROMAP(米国ASA社製)で計算した潮汐流と海流で構成される。このソフトウェアはこれまで多くの国々の外洋・沿岸域の流れ場の計算実績があり、異常潮位、風応力及び海底摩擦の影響を含む。流れ場データを作成した範囲は日本周辺を網羅する南北2,280m×東西1,840mである。解析した範囲を Fig. 11

に示す。格子サイズは、水深 200m 以深は 8×8km、沿岸付近は 2×2km、海岸線部は 500m×500m (最小格子サイズ) である。計算に必要な水深は世界中の水深データを扱う GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans)を、分潮の速度と周期 (開境界の海面高を計算するため) は NOAA で扱う Topex poseidon global tidal set (TPX071)を利用した。扱う分潮は主要 8 分潮 ( $K_2$ ,  $S_2$ ,  $M_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $P_1$ ,  $O_1$  および  $Q_1$ )である。海流は NLOM (Naval Research Laboratory Layered Ocean Model)のデータを利用した。このデータは、NOGSPS (Navy Operational Global Atmospheric Prediction System)と NAVOCEANO Altimeter Data Fusion Center の人工衛星で観測した海面高度及び海表面温度を考慮したモデル計算結果である。OILMAP での流出油拡散計算格子は、日本周辺の流れ場解析結果を用いて Fig. 12 に示す範囲で格子数を 300×300 で作成した。

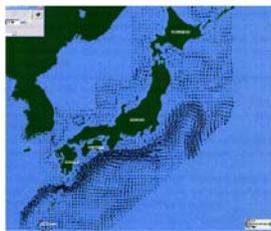


Fig. 11 Analytical current distribution around Japan.



Fig. 12 Calculation area around the Akashi Channel.

#### 4. 2. 2 風と水温

風は気象庁の気象統計情報が公開している神戸空港 (標高 7m) でのアメダスの 1 時間毎の観測値をデータベース化して利用した。風の拡散への効果率は 2%とした<sup>3)</sup>。水温は日本海洋データセンターが公開している水温統計より、水温 9 度で設定した。

#### 4. 2. 3 流出油

計算する流出油の種類は G 号の燃料油に物性が近い Prudhoe Bay Crude とした。流出油量は観測された浮遊油と回収された油の量から損傷した燃料タンクは片舷 1 つと仮定し、29t とした。Fig. 13 に観測された海面浮遊油の推定量を経過日数毎に示す。流出事故発生後 3 日目まではまとまった浮遊油が確認されている。その後浮遊油の量は著しく減少するが、8-9 日後に再度まとまった量が確認されている。そこで、流出油挙動シミュレーションで

は 29t の油が 3 日間かけて流出し、2 週間後までの挙動計算を行った。

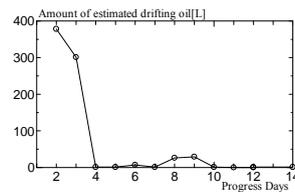


Fig. 13 Amount of estimated drifting oil.

#### 4. 3 漁業被害予測結果

流出油による漁業被害を海苔養殖といかなご漁を主とした船びき網漁業について予測する。

##### 4. 3. 1 海苔養殖被害

流出油の挙動計算結果を用いて海苔養殖のうち、漁場が汚染されて海苔網を撤去した漁場 (区画漁業権) と生海苔の廃棄による被害量を算出する。海苔は油臭や油滴の付着により、生産物としての価値を失うため、流出油分布結果を用いて被害を算出する。流出直後からまとまった浮遊油が再度確認された事故後 9 日目 (3 月 14 日 15:00) までの 216 時間分の流出油の累積分布と海苔養殖を行っている区画漁業権を重ね合わせた図を、実際に海苔網を撤去した漁場と合わせて Fig. 14 に示す。流出油分布の計算結果は Fig. 8 に示す実際の浮遊油分布状況と概ね一致している。次に 216 時間後での流出油分布と海苔の漁業生産評価メッシュ図を重ね合わせた図を Fig. 15 に示す。漁業生産評価メッシュ図とは、漁業ヒアリングにおいて得られた漁場範囲に、生産量分布の重み付けを行った上で生産量配分を行ったものである。流出油と重なる漁業生産評価メッシュは 8 メッシュで、1 メッシュに入った流出油の量と生産量配分の関係を Fig. 16 に示す。流出油分布と重なる漁業生産評価メッシュ図の生産量配分を積算すると 1,810t である。なお、この際使用した生産量配分値は事故当時の海苔養殖の生産量を考慮して下限値としている。実際に廃棄した海苔の重量は 2,313t (木材チップを含む) であり、予測損失量は実際の損失量と近い値になった。



Fig. 14 Spilled oil and area of laver culture (during 216 hours).

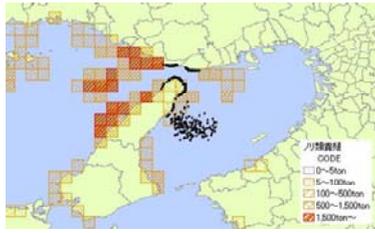


Fig. 15 Distributions of spilled oil and amount of laver production (after 216 hours).

4.3.2 船びき網漁業（いかなご漁）被害  
 流出油による船びき網漁業の漁場消失被害を予測する。流出油の挙動計算のうち、油膜厚さから求めた油分濃度の平均値の時間変化を Fig. 16 に示す。油分濃度計算結果のうち、前章で述べたマダイの卵の EC50 の下限である 0.09mg/L を超える濃度を示すのは、流出事故後 76 時間までである。76 時間後の流出油分布と船びき網漁業の漁業生産評価メッシュ図の重ね合わせた図を Fig. 17 に示す。生物影響濃度を超える流出油の分布は大阪湾側に広がっていることが分かる。いかなご漁は Fig. 10 に示すように、大阪湾側の漁協の多くが今季の漁を断念している。生物影響濃度を超える油分濃度と重なる漁業生産評価メッシュ図の生産量配分を積分し、漁場消失による漁獲損失量を予測する。Fig. 17 に太枠で示す船びき生産量配分（平均値）の積分値は 3007.5t である。実際の被害と比較するために、報告されている漁船漁業被害額を船びき漁の漁場消失による漁獲損失被害のみと仮定して漁獲損失量を推定する。漁獲損失量は漁業情報データベースにある漁港別品目別価格のうち大阪府と兵庫県の漁港に水揚げされるいかなごの平均価格を用いて算出すると 3932.6t となり、予測値は実際の漁獲損失量に近い値になった。ただし、実際の油流出事故での漁業被害は漁場消失や漁獲物の廃棄などの 1 次被害だけではなく、風評被害などの 2 次被害が大きいことに注意する必要がある。

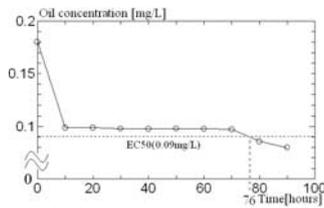


Fig. 16 Variation of oil concentration.

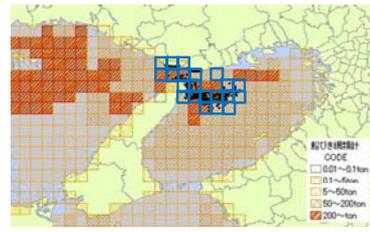


Fig. 17 Distribution of oil concentration over EC50 (after 76 hours).

4.4 流動・低次生態系油影響モデル  
 海洋生態系モデルに油分濃度の影響を組み込み、油流出による低次生態系の変動を表現する。海洋生物毒性実験による海洋生態系の代表種である植物プランクトン 2 種（キートセロスとスケルトネマ）と動物プランクトン（ヨコエビ）の油分濃度影響のデータに基づいた油影響モデルを構築する。さらに流動・低次生態系モデルへ油影響モデルを組み込み、流出油挙動計算結果を用いて油流出時の植物・動物プランクトンの挙動予測を行う。

#### 4.4.1 油影響モデル

低次生態系モデルの植物・動物プランクトンに毒性試験結果を用いて油影響モデルを組み込み、流出油の影響によるプランクトンの挙動予測を行う。

植物プランクトンは環境条件一定化での毒性試験結果より油影響を Logistic 方程式で表現できると仮定し、内的加速度への制限を油分濃度の関数として整理した。内的増加速度への油分濃度の影響は指数関数で表現する。

動物プランクトンは油への暴露による生体内残留濃度によって相対死亡率を変えることとし、相対死亡率が残留濃度に対して素数関数で変化すると仮定した。

#### 4.4.2 簡易生態系モデルによる計算

Fig. 18 に示す構造を持つ簡易生態系モデル（NPZD モデル）を用いて油影響モデルによる応答を計算した。計算スケールは Fig. 20 に示す 5km×5km×10m の 1 BOX モデルである。油の流出パターンは Fig. 21 に示す 3 種類である。流出パターン 3 種類の場合の植物・動物プランクトンの応答計算結果を Fig. 22 に示す。油の流出パターンにより、油影響を受けた植・動物プランクトンの挙動に差が出る事が分かる。

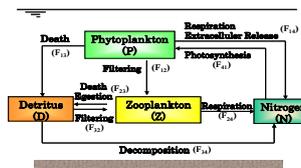


Fig. 19 NPZD Model

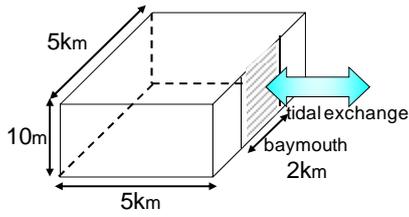


Fig. 20 1 box model.

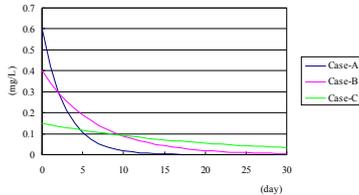


Fig. 21 Cases of spilled oil.

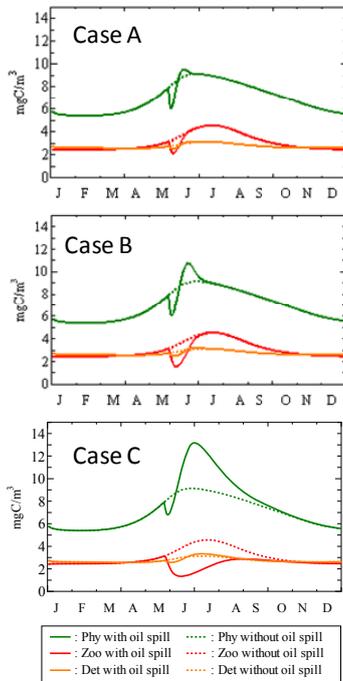


Fig. 22 Calculated results of NPZD model

#### 4. 4. 3 流動・低次生態系モデル

次に、MEC モデルを使った流動・低次生態系モデルに油影響モデルを組み込んで、東京湾を例にシミュレーションを行う。Fig. 23 に提示生態系モデルの構造を示す。解析対象は流動場、水質、浮遊系低次生態系物質の分布である。必要なデータは水深、潮位、水温、塩分、日射、植物プランクトン量、動物プランクトン量、栄養塩、油分濃度分布などである。空間分布はメッシュグリッド (500m×500m×2m~8m) を作成した。計算対象域を Fig. 24 に示す。

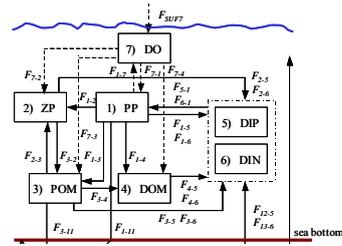


Fig. 23 Lower Trophic level ecosystem

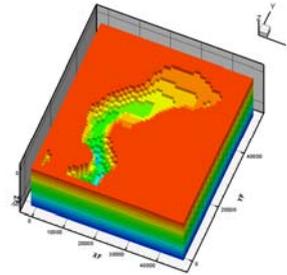


Fig. 24 Calculation grid of Tokyo bay

東京湾で 500 t の A 重油が流出した場合を計算する。油の流出場所と 24 時間後の油分濃度分布計算結果を Fig. 25 に示す。1 時間毎の 24 時間分の油分濃度分布計算結果を用いて流動・低次生態系油影響モデルで植・動物プランクトンのシミュレーションを行った。Fig. 26 に、流出油の影響を受けた動物プランクトンの分布計算結果を流出油がない場合との変化率で 3 時間毎の 12 時間後までを示す。シミュレーション結果より、流出油がない場合との変化率は最大 6% 程度で、12 時間後にはほぼ回復している。今回計算した油流出シナリオでは流出油による低次生態系への影響は短期的であることが分かった。ただし、実際の油流出事故では流出した油の海岸への漂着など長期的に油が存在することが多く、低次生態系への影響が長期化する可能性が大きいことに注意する必要がある。

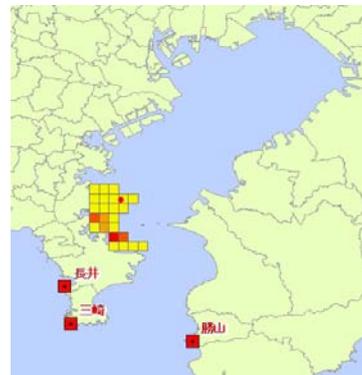


Fig. 25 Location of spilled oil and distribution of oil concentration after 24



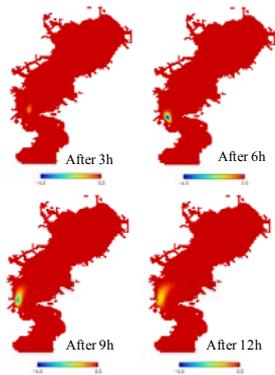


Fig. 26 Simulation results of zoo plankton.

### 5. 研究成果

本研究では OILMAP を使った流出油挙動計算結果から油分濃度を指標に海洋生物への影響濃度を越えた海域での漁場消失による漁獲損失量について、漁業情報データベースを用いて予測する漁業被害予測モデルを、GIS を用いて開発した。さらに、このモデルを用いて 2008 年 3 月に起きた明石海峡流出油事故での海苔養殖の漁場消失範囲と生産損失量およびいかなご漁を行う船びき網漁業の漁場消失に伴う漁獲損失を予測し、実際の被害と比較した。その結果、予測被害値は実際の被害値と近い値を示し、漁業被害予測について本モデルの有用性が確認できた。また、流出油による漁場環境・生態系への影響を把握するために、流動・低次生態系モデルの植物・動物プランクトンへ油影響モデルを組み込み、流出油による植物・動物プランクトンの挙動シミュレーションを行った。その結果、流出油による低次生態系への影響は短期的であることを把握した。

### 6. 謝辞

本研究での明石海峡 G 号流出油事故の情報収集するにあたり、流出油に関しては国土交通省海事局総務課、海上保安庁警備救難部環境防災課及び兵庫県災害対策局に、漁業被害に関しては兵庫県農政環境部農林水産局にご協力いただいた。漁業被害予測モデルに用いた漁業生産評価メッシュ図は、水産庁増殖推進部漁場資源課から使用の許可をいただいた。また、海洋生物毒性試験は共同研究機関である鹿児島大学水産学部の小山次朗教授に実施していただいた。OILMAP を用いた GIS による漁業被害予測モデルの開発に関しては、サイエンスアンドテクノロジー（株）にご協力いただいている。関係各位に深く感謝の意を表したい。

### 7. 参考文献

- 1) 中根徹, 大川健: GIS を基盤とする海洋環境管理事例と将来展望-「ナホトカ号」流出油再現シミュレーション-, 日本海洋生物研究所年報, 2002.

- 2) OILMAP-An Advanced Model to Predict the Movement and Weathering of Oil on the Water Surface, Asia-pacific ASA, January 2008.
- 3) Trevor Gilbert : Outcomes of the OSTM Ground Truth Exercise and Future Directions -Oil Spill Trajectory Model (OSTM) Report on the Outcomes from Exercise “Ground Truth”-, Environment and Scientific Coordinators Workshop, 2004, pp.4-21.

### 8. APPENDIX

GIS による流出油の漁業被害予測モデル操作マニュアル



Fig. A-1

Fig. A-1 に示すコマンドボタンが流出油防除支援ルーツの機能である。ArcMap 上にこのツールが表示されていないときは、メニュー「ツール」-「カスタマイズ」をクリックし、カスタマイズのダイアログを表示する。「ツールバー」のタブをクリックし、「流出油防除支援ツール」にチェックを入れる (Fig. A-2)。

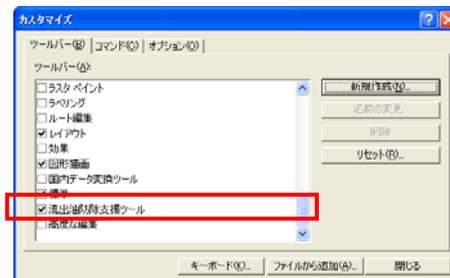


Fig. A-2

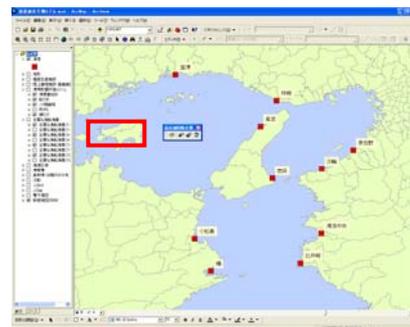


Fig. A-3

#### A. 漁業被害予測解析機能



漁業被害予測解析ツール

このツールは、任意の汚染域に対して額を受ける「漁業区域」を抽出し、水揚損失量を受

予測する。

ArcMapに「漁業区域」を表示させ、また、検索対象となる「漁業影響評価メッシュ」ならびに「主要な漁船漁業」も表示させる。

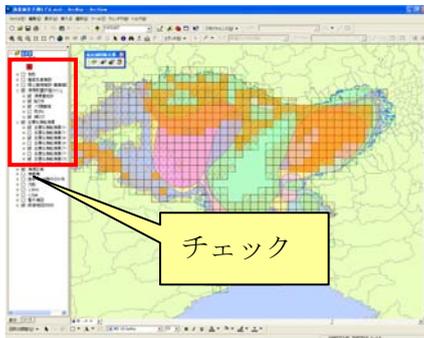


Fig. A-4



ボタンをクリックします。

地図上の任意の位置をクリックします。漁港区域をクリックすると、左図のダイアログが表示されます。検索する範囲をkmで入力し、OKボタンをクリックします。

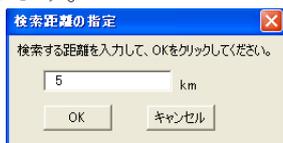


Fig. A-5

検索する漁船漁業域のレイヤをクリックする。複数選択することが可能である。レイヤを選択してOKボタンをクリックする。

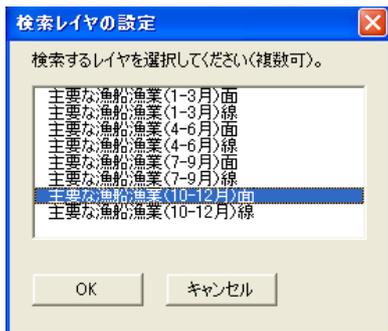


Fig. A-6

「OK」ボタンを押すとファイルダイアログが表示される。検索結果を保存するフォルダを指定し、ファイル名を入力して、保存ボタンをクリックする。



Fig. A-7

検索されたフィーチャが水色で選択され、さらに、検索されたデータの一覧がテーブルで表示される。検索結果は、CSV形式で保存されます。

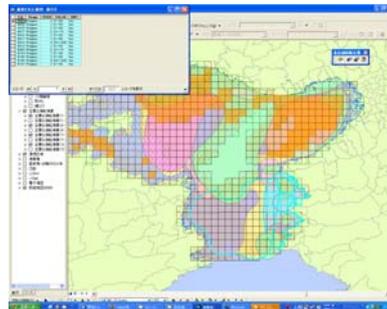


Fig. A-8

76hours-madai.csv			
	A	B	C
1	レイヤ名	積分値(中央値)	
2	漁獲量総計	5965	
3	船ひき	2882.6	
4	ノリ類養殖	5200	
5	網ひき	7	
6			

Fig. A-9

## B. 産地水産物流通統計閲覧ツール



このツールは「漁港」ごとの魚種別水揚量を閲覧する機能である。

はじめに ArcMap で「漁港」を表示させる。

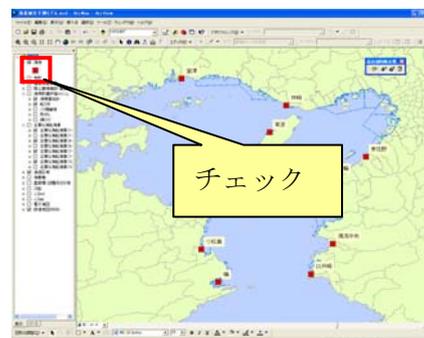


Fig. A-10

 選択ツールボタン

をクリックし、統計データを閲覧したい漁港を選択する。選択した漁港は水色で表示される。(Shift キーを押すことによって、複数の漁港を選択することも可能。)

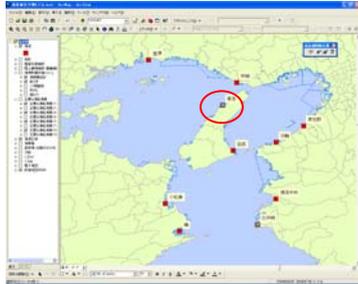


Fig. A-11

 産地水産物流通統計閲覧ツール

をクリックする。Fig. A-12 のダイアログが表示される。

閲覧したい「漁港」ならびに「調査年」を選択します。

また、グラフでデータを閲覧したときはグラフボタンをクリックします。

注) 本システムでは最新年のデータのみ登録されている。



Fig. A-12

拡大ボタンをクリックすることで、全画面表示することも可能です。

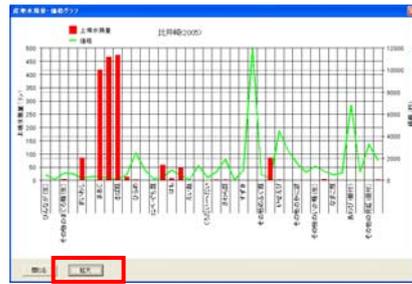


Fig. A-13

C. 海面漁業・海面養殖統計閲覧ツール 

このツールは各県ごとの海面漁業・海面養殖の漁業種別水揚量を閲覧する機能である。この機能は ArcMap に関係なく、単独で起動する。

 海面漁業・海面養殖統計閲覧ツール

をクリックする。



Fig. A-14

閲覧したい「業種」、「種別」、「都道府県」、「調査年」を選択する。

また、業種や種別によって表示項目が変わる。

注) 本システムでは既存のデータ(東京都、千葉県)に加え、大阪府、兵庫県、和歌山県および徳島県の最新年データが登録されている。

さらに、グラフでデータを閲覧したときはグラフボタンをクリックする。拡大ボタンをクリックすることで、全画面表示することも可能である。

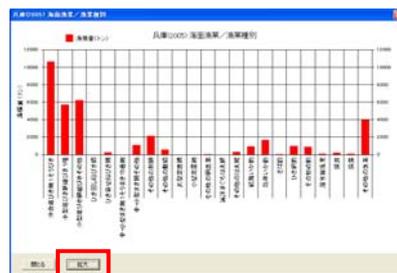


Fig. A-15

#### D. 油分濃度推定結果ツール

このツールは、OILMAP による流出油粒子の挙動、および油膜厚さから推定した油分濃度計算結果の表示と他の GIS データとの連携を行う機能である。

OILMAP で計算した結果（分布：シェープファイル）は、以下の操作より出力する。

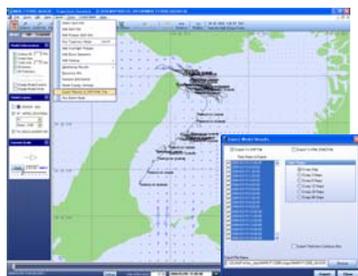


Fig. A-16

- ① ツールバー→“Model”→「Export Results to SHP/KLM File」
- ② 「Export To SHP File」にチェック
- ③ 「Time Steps」を選択
- ④ 保存場所を指定  
（※保存場所は、¥¥loc\_data¥プロジェクト名¥SHAPE にする）
- ⑤ ボタン「Export」をクリック

**(重要)** 8 文字以上のシナリオ名に対応させるために以下のフォルダ内に一時的なファイルを生成させて処理するように設定しています。フォルダが存在しない場合は新規作成すること。

[¥¥OILMAPv6¥temp](#)



#### 油分濃度推定結果ツール

をクリックすると、下図の画面が表示される。



Fig. A-17

風化過程を示す DBF ファイルを選択するために参照ボタンをクリックする。フォルダ参照ダイアログが表示される。DBF ファイルを指定し、OK ボタンをクリックする。



Fig. A-18

「表示」の時間をリストから選択します。次に OILMAP による計算結果の油膜厚さから油分濃度への変換式の「定数、乗数」をリストから選択します。油膜厚さと生物毒性試験で計測した油分濃度との関係を Fig. A-20 に示す。



Fig. A-19

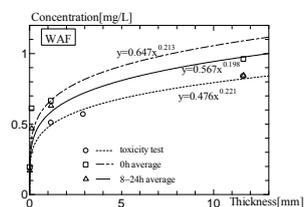


Fig. A-20

ボタン「計算結果」をクリックすると、フォルダ参照ダイアログが表示されるので、ファイル名を指定する。

OILMAP で計算した流出油の経時変化 (DBF) に、油分濃度を付加した時系列データがテキスト形式 (CSV) で出力される。



Fig. A-21

### E. 海面養殖場の被害予測

本モデルは OILMAP で計算した流出油分布結果を時間指定で GIS 上に表示し、GIS の属性データと連携して漁業被害を予測している。養殖被害予測では、指定した時間での計算結果ではなく、指定時間までの過去の流出油分布計算結果すべての軌跡を重ね合わせて漁業被害予測を行う機能を作成した。

「海面養殖場の被害予測」にあるボタン「実行」をクリックする。



Fig. A-22

フォルダ参照ダイアログが表示されるので、ファイル名を指定する。



Fig. A-23

海面養殖に係る漁場影響評価メッシュの最大、最小および平均値がテキスト形式 (CSV) で出力される。

nori.csv				
	A	B	C	E
1	レイヤ名	積分値(中積分値(最積分値(最小値)		
2	のり類養殖	9000	13000	5000
3	網ひび	10.5	15	6
4				

Fig. A-24

< 「定数・乗数」 リストの編集 >

「定数、乗数」のリストは DBF ファイル形式で作成されている。「定数、乗数」のリストはシステムフォルダ内の「ini」フォルダに格納されている。ファイル名は「パラメータ油分濃度.dbf」。「定数、乗数」のリストの編集は ArcMap の基本機能の「エディタ」を利用する。

○編集エディタの設定

はじめに、パラメータ油分濃度.dbf を ArcMap に追加する。

「データの追加」ボタン

をクリックすると「データの追加」ダイアログが表示される。「ファイルの場所」からシステムフォルダ内の「ini」フォルダに移動します。「パラメータ油分濃度.dbf」を選択し、「追加」ボタンをクリックすると、ArcMap に「パラメータ油分濃度.dbf」が追加される。

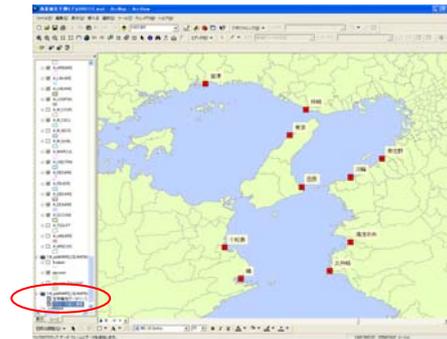


Fig. A-24

「エディタ」ツールバーを表示する。



Fig. A-25

「表示」メニューの「ツールバー」の「エディタ」をクリックすると、「エディタ」ツールバーが表示される。



Fig. A-26

○パラメータ油分濃度.dbf の編集

「エディタ」メニューの「編集開始」ボタンをクリックする。

ArcMap に複数の GIS データが追加されている場合、それらの GIS データを格納しているフォルダが異なっていると、以下のダイアログが表示される。

「ソース」に GIS データが格納されているフォルダのリストが表示される。「ソース」のフォルダを選択することで、フォルダに格納されている GIS データのリストが「編集可

能なレイヤ」に表示される。

編集を行いたいGISデータが格納されているフォルダを選択し、「OK」をクリックする。

ここでは「imi」フォルダを選択し、「OK」ボタンをクリックする。

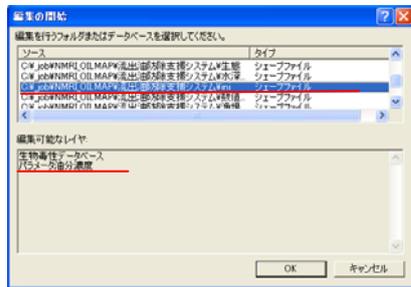


Fig. A-27

パラメータ油分濃度.dbfを選択し、右クリックして表示されるポップアップメニューの「開く」をクリックする。パラメータ油分濃度.dbfが表示される。

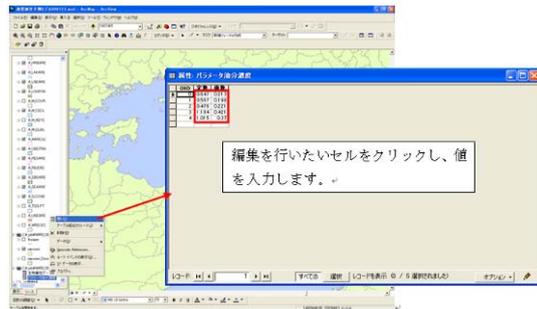


Fig. A-28

編集を行いたい「値」フィールドのセルをクリックし、入力します。入力後、「編集の保存」ボタンをクリックし、編集内容を保存します。

「編集の終了」ボタンをクリックすることで、編集が終了します。

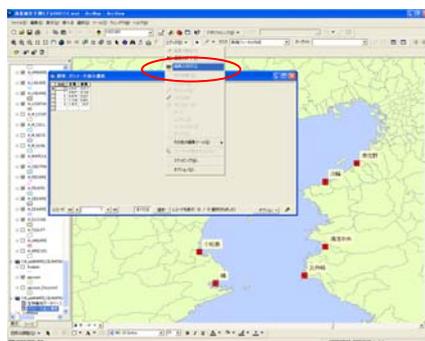


Fig. A-29

## F. 漁業影響評価メッシュ図との連携による水揚損失量予測

生物影響濃度を超える油分濃度を示す汚染

域を抽出し、漁業影響評価メッシュ図を使って汚染域での水揚損失量を予測する。

はじめに、「表示」の時間をリストから選択する。入力後、表示ボタンをクリックするとDBFファイル中の“Thickness”と指定した変換式を元に計算した油分濃度推定結果が、漁業影響評価メッシュ図に入力され、表示される。



Fig. A-30

次に生物毒性データベースを利用し、漁業影響評価メッシュと漁船漁業分布と連携します。

生物毒性データベースにある対象と種別をリストから選択します。選択した対象と種別に対応する濃度が濃度テキストボックスに設定されます。対象生物は植物プランクトン2種（キートセロス、スケルトネマ）、動物プランクトン（ヨコエビ）、マダイである。種別はA重油と、A重油と油処理剤（メールクリーン D1128）である。



Fig. A-31



Fig. A-32

漁業影響評価メッシュボタンをクリックすると、ファイルダイアログが表示される。設定した濃度よりも高い油分濃度推定結果と重なる漁業影響評価メッシュ図のデータについて、積分演算を行い、結果をファイルに保存する。保存するフォルダを指定し、ファイル名を入力して、保存ボタンをクリックする。

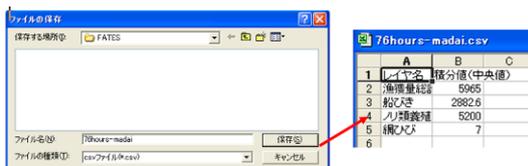


Fig. A-33

油分濃度推定結果が設定した濃度よりも低い場合は、その旨を示すメッセージが表示される。

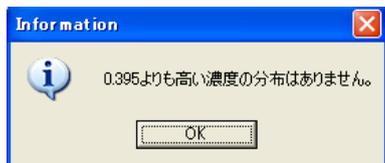


Fig. A-34

設定した濃度よりも高い油分濃度推定結果が表示されます。

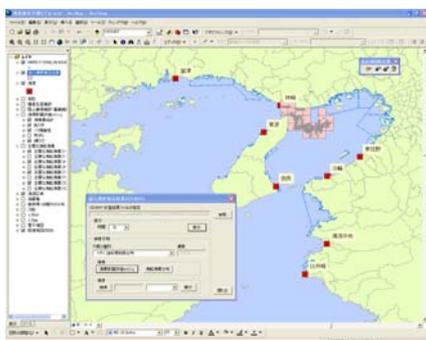


Fig. A-35

### G. 漁船漁業の漁場被害

漁船漁業分布ボタンをクリックすると、設定した濃度よりも高い油分濃度推定結果と重なる漁船漁業分布のデータを選択表示される。さらに、データの一覧がテーブルで表示される。

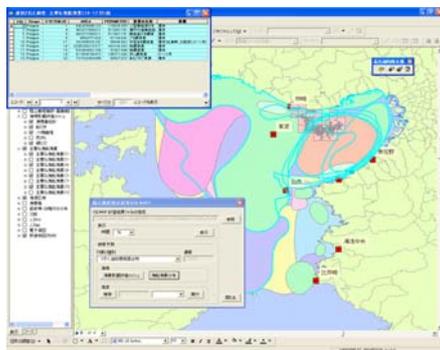


Fig. A-36

### H. 漁港被害予測機能

設定した濃度よりも高い油分濃度推定結果と重なる漁船漁業分布に一番近い漁港の被害予測を行う。

検索ボタンをクリックし、漁船漁業分布に一番近い漁港がテキストボックスに表示され、検索された漁港の産地水産物流通統計の調査年のリストが設定される。

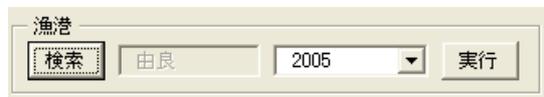


Fig. A-37

実行ボタンをクリックすると、漁港の被害予測を表示される。各県ごとの海面漁業のうちの沿岸漁業と海面養殖の割合を算出し、各漁港の水揚量に掛け合わせる。算出された水揚損失量に年間操業日数に対する休漁日数を掛けると、休漁による水揚げ損失量の被害となる。



Fig. A-38

### <生物毒性データベースの編集>

#### ○編集エディタの設定

「エディタ」メニューの「編集開始」ボタンをクリックする。(油分濃度変換式の「定数・乗数」リストの編集と同じ)

#### ○生物毒性データベース.dbfの編集

「ソース」に GIS データが格納されているフォルダのリストが表示される。「ソース」のフォルダを選択することで、フォルダに格納されている GIS データのリストが「編集可能なレイヤ」に表示される。編集を行いたい GIS データが格納されているフォルダを選択し、「OK」をクリックします。ここでは「ini」フォルダを選択し、「OK」ボタンをクリックします。

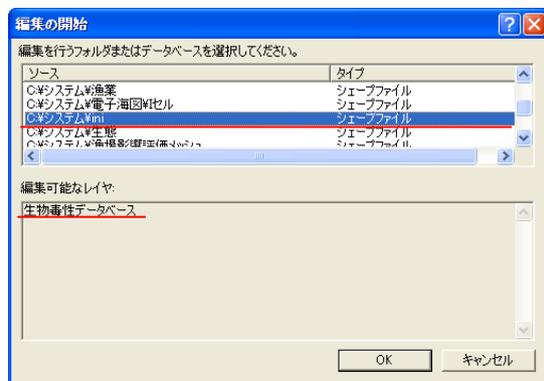


Fig. A-39

生物毒性データベース.dbf を選択し、右クリックする。表示されるポップアップメニューの「開く」をクリックすると、生物毒性データベース.dbf が表示される。

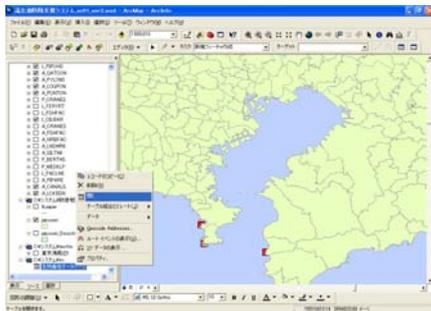


Fig. A-40

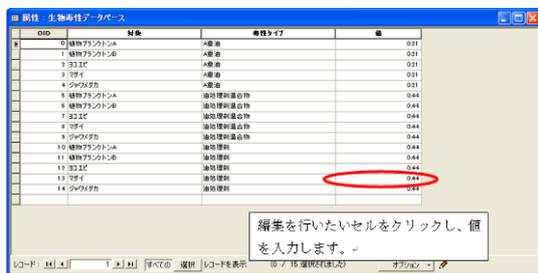


Fig. A-41

編集を行いたい「値」フィールドのセルをクリックし、入力する。入力後、「編集の保存」ボタンをクリックし、編集内容を保存する。「編集の終了」ボタンをクリックすることで、編集が終了する。

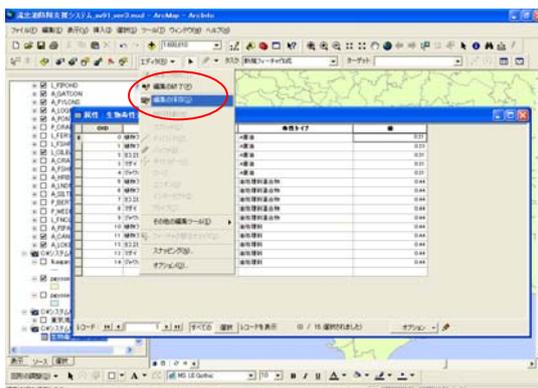


Fig. A-42

## 9. 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 5 件)

①黒田貴子、原正一、沈船からの油流出問題と流出事故の環境影響評価、日本マリンエン

지니어リング学会誌、pp.33-38、2007、公刊  
 ②黒田貴子、原正一、流出油防除支援ツールの開発、日本船舶海洋工学会講演論文集、第6号、pp.121-122、2008、査読無  
 ③黒田貴子、間島隆博、小島隆志、原正一、Outline of Decision Making Process Tool for Oil Pollution on GIS (DOG)、31<sup>st</sup> AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response、pp.361-372、2008、査読有  
 ④黒田貴子、原正一、GISによる流出油の漁業被害予測モデルー明石海峡油流出事故での検証ー日本船舶海洋工学会講演論文集、第7E号、pp.119-122、2008、査読無  
 ⑤黒田貴子、原正一、GISによる流出油の漁業被害予測モデルー明石海峡油流出事故での検証ー日本船舶海洋工学会論文集、第9号、2008、査読有

〔学会発表〕(計 3 件)

①黒田貴子、原正一、流出油防除支援ツールの開発、日本船舶海洋工学会講演論文集、第6号、pp.121-122、2008、査読無  
 ②黒田貴子、間島隆博、小島隆志、原正一、Outline of Decision Making Process Tool for Oil Pollution on GIS (DOG)、31<sup>st</sup> AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response、pp.361-372、2008、査読有  
 ③黒田貴子、原正一、GISによる流出油の漁業被害予測モデルー明石海峡油流出事故での検証ー日本船舶海洋工学会講演論文集、第7E号、pp.119-122、2008、査読無

## 8. 研究組織

(1) 研究代表者

黒田貴子 (KURODA TAKAKO)

独立行政法人 海上技術安全研究所・海洋部門・研究員

研究者番号：00415811

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

無し