

海面利用計画モデルに関する一提案

天 野 光 三*
柏 谷 増 男**

1. はじめに

近年、海洋開発への関心は急速に高まりつつある。その背景として、科学・技術、経済活動の面で海が現存するもっとも魅力的なフロンティアであること、用地難や公害問題の深刻化のため陸上に比べて海上が相対的に立地上有利になりつつあることなどがあげられよう。わが国は、世界でも有数の長い海岸線と優れた海洋利用技術を持っている。また、狭い国土に多くの人口が高度な生活水準を維持するという点からも、沿岸・海洋開発の必要性和期待は諸外国に比べて非常に大きいといえよう。沿岸や海洋での自然および人間の活動は多種多様でありその相互関係は複雑である。このため、環境問題や社会の多様化を十分考慮し、調和のとれた開発が強く望まれている^{1),2),3)}。そのもっとも基本的な計画作業は、将来の海面利用に関するマスタープランの作成であろう。本文では、1ないし2都府県程度の規模の海面利用計画を対象とし、海面利用のマスタープランづくりのための一つの計画手法を提案する。この手法は、海面の利用形態を、保存と臨海工業や港湾のような開発利用と、漁業やレクリエーション活動のような自然にとけこんだ利用との3つに大きく分け、全体的な調和をはかりつつ、それらの利用目的を高度に達成することを目的にしたシミュレーションモデルである。このモデルを用いることにより、ある環境レベルでの各活動の利用海面の位置と量を知ることができ、環境レベルを変化させることにより種々の代替案が得られる。

2. 海面利用に関する諸要素とその相互関係

海面での活動を人間によるものに限れば³⁾、海面に関連した活動とその目的を以下のように列挙できる。そして、海面利用計画の目的は、これらの諸活動の活動目的

を、より高度に達成することと、調和をはかることである。

- ① 臨海工業：地域分配所得の増加、臨海工業生産の確保と増加
- ② 港湾：輸送費・輸送時間の低減、取扱い能力の向上
- ③ 都市活動（沿岸地域での種々の都市活動）：生活水準の向上
- ④ 都市施設（廃棄物処理施設、海浜公園など）：行政需要を満たす施設の確保
- ⑤ レクリエーション活動^{b)}：レクリエーション活動の場の確保、観光収入の増加
- ⑥ 漁業：漁獲高向上、漁獲量の確保
- ⑦ 海運・航路：航路容量の増加、安全性の向上
- ⑧ 保存：貴重な自然生態系や文化財などの保護、将来の世代に残すべき自然資源の確保
- ⑨ 防災：安全な市民生活
- ⑩ その他：（鉱業、空港、保安活動など）

ここで上記の諸活動のうち、防災は海面利用計画すべてにかかわる重要性を持つため別に扱うこととし、またその他の活動は特殊なものであるため除外すると、①から⑧までの諸活動の相互関係は、表-1のようにまとめられる。表-1で、左の縦に並べた各活動は影響を与えるものを、上に横に並べた各活動は影響を受けるものを示し、対応するます目には、その影響項目を示している。例えばレクリ活動は、臨海工業や都市施設から排水や大気汚染等の影響を受け、レジャーボートの増加によって漁業や航行船舶に支障を与えることを示している。以上の諸活動は、排出物の影響や他活動に対する需要形成、海面利用の競合などの面で複雑な相互関係を持っている。とくに排出物の影響や海面利用の競合については陸上の場合とは異なった特殊性がある。排出物の影響については、海流や潮流による海水の移動性が高く、また

a) 海面での活動主体に生物や海水そのものをも含めた形で海面利用を扱う考え方もある。W. Isard は、この観点から海面での活動分析を試みている。

b) 以後、レクリ活動と略称する。

* 正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学科

** 正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学科

表一 海面利用に関連する活動と相互の影響

影響を受ける活動 影響を与える活動	臨海工業	港 湾	都市活動	都市施設 (廃棄物処理施設)	レクリエーション活動	漁 業	海 運	保 存
臨海工業		輸送需要	人口増		大気汚染 ゴミ 排水 浚渫 埋立	ゴミ 排水 浚渫 埋立	輸送需要 ゴミ	大気汚染 ゴミ 排水 浚渫 埋立
港 湾	立地 メリット		人口増		ゴミ 浚渫 埋立	ゴミ 浚渫 埋立	ゴミ	ゴミ 浚渫 埋立
都市活動		輸送需要		ゴミ	レクリエーション需要	漁業需要	輸送需要	
都市施設 (廃棄物処理施設)					大気汚染 ゴミ 排水 埋立	ゴミ 排水 埋立	ゴミ	大気汚染 ゴミ 排水 埋立
レクリエーション活動						ゴミ 事故	ゴミ 事故	ゴミ 乱獲
漁 業					事故	事故		乱獲
海 運					浚渫 油濁 事故	浚渫 油濁 事故		浚渫 油濁
保 存					景観保護	漁業資源		

注：□印の項目は活動を促進するもの、○印の項目は活動を阻害するものを示す。

生物の行動圏が広いこと、環境の変化が広域的である。そのほか、海面での自然現象に未知なものが多いことも特に注意しなければならない。海面利用の競合については、その使用権が陸上に比べて大まかであったことや、海面の利用強度が従来よりも数段増加しようとしているいわば空間としてのフロンティア性などに特徴がみられる。これらの点については、陸上で土地利用計画の場合に比べて、より深い配慮が必要となる。

さて、すでに示した海面を利用する諸活動の目的の中には、国際的な資源問題を配慮した国内漁獲量の確保とか、自然生態を保存すべき地域の指定などの国からの要請や、港湾への輸送需要とか、海洋性レクリエーション需要の場の確保など、海面から離れた後背地域からの要請が含まれている。一方、航行船舶、レクリエーション需要者などは、地域間を往き来し、また汚濁水は隣接海面に影響を与える。したがって、隣接地域の海面利用計画との調整は不可欠である。このように、任意の地域の海面利用計画は、沿岸陸地部や後背地域の計画、隣接地域の海面利用計画、さらには国土に関する種々の上位計

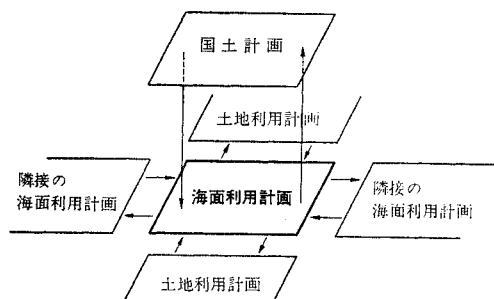
画との関係などを十分配慮しなければならない。瀬戸内海のような内湾地域での海面利用計画では、関連する諸計画との関係は図一のように示される。

3. 海面利用の一計画手法

海面利用計画のマスタープランは、上に述べたような多くの活動に対して、その相互関係をふまえたうえで調和のとれた利用海面の配分を行わねばならない。ここでは、海面を使用する臨海工業、港湾、都市施設、レクリエーション活動、漁業、保存の6活動を取り上げ、それらと関連の深い海運・航路⁹⁾や、沿岸の都市活動との相互関係を含めて取扱う海面利用計画について考察する。なお、工業港は臨海工業に含まれるとして、港湾では流通港湾のみを取り上げ、都市施設では、さまざまな施設のうち代表的に廃棄物処理施設を取り上げる。

(1) 従来の海面利用計画モデル

海面利用について、その基本的な考え方の指摘やさまざまな計画例は多いが、計画システムとして取扱うための研究はまだ緒についたばかりであり、具体的なモデルの提案は例が少ない。このうち、八十島氏は種々の環境に関する要素を制約条件とし、工業立地の候補地選定計画のためのL.P.モデルを提案し、周防灘地域への適用を試みている⁹⁾。また、W. Isard は、アメリカ東部のキングストン湾での海洋レクリエーション基地計画に、環境保護費用を含むコスト・ベネフィット判定モデルを適用し、実証的な考察を行っている。本文で提案す



図一 海面利用計画に関連する諸計画

c) 航路の設置は、本文で対象としている計画よりもより広域的な計画によって定められるべきである。

るモデルの、これらのモデルに対するもっとも大きな特徴は、従来のモデルが海面利用のある特定の活動を対象としたのに対して、種々の海面利用活動を同時に総合的に取扱、各活動の目的を増大させつつそれら相互の調整をはかろうとする点にある。そして、本モデルでは、各種の海面利用活動の総合化としての調整を十分考慮したうえで効率的な代替案をつくることを重視し、全体のモデル構成、およびシミュレーション手順を示すこととくに注意をはらっている。

(2) モデルの基本的な考え方

モデルは全体としてはシミュレーションモデルであり、そのフローチャートを図-2に示す。このモデルでは、各活動の需要条件と海面の環境条件によって海面利用の調和をはかろうとしており、これらはそれぞれ、図の右側と左側にまとめて示されている。図の中央に並べられた6つの海面利用活動は、この2つの重要な条件と他のいくつかの条件に関連して、その利用海面のパター

ンが決められる。一方、モデルの定式化や、シミュレーション実施の面から、本モデルは図-2のように3つの部分モデルに分けることができる。モデルの説明やシミュレーションの手順については次節以降で詳しく述べるが、ここではそのまゝに構成のみを説明しておく。

部分モデル1では、保存すべき海面を指定する。部分モデル2ではどの海面を臨海工業、流通港湾、廃棄物処理施設のために利用するかを取り扱い、また部分モデル3では、レクリ活動と漁業に利用する海面を決める。部分モデル1と部分モデル2とは保存地区の汚染度水準で関係づけられ、この値が厳しくなれば部分モデル2での各活動の利用海面は強い制約を受ける。部分モデル2と部分モデル3とは、図の左側に示す海面汚染と、右側に示す人口増による需要の変化との2つの重要な関係がある。海面汚染については、臨海工業と廃棄物処理施設という排出源の配置いかんによって各地区の汚染度が変わるために、レクリ活動と漁業の利用海面は制約を受ける。人口増加による需要の変化については、臨海工業の立地によって沿岸都市の人口が増加し、この結果、部分モデル2の内部では流通港湾や廃棄物処理施設の需要がふえ、部分モデル3ではレクリ活動や漁業への需要が増加する。

シミュレーションは、部分モデル1→部分モデル2→部分モデル3という順に進められるので、部分モデル1で保存地区を多くとれば、部分モデル2以下の活動の利用海面が少なくなりそれらの立地が困難となる。部分モデル2で地域全体の汚染物排出総量の水準がゆるやかであれば、各地区の汚染が進み、部分モデル3での漁業やレクリ活動の立地に支障をきたすので、このような場合には保存地区の数や地域全体の排出総量水準を変化させるなどして、部分モデル1、あるいは部分モデル2へフィードバックさせ利用海面の調整を行う。

このモデルでは、利用海面を配分する各活動の目的を以下のように仮定する。

- ㊸ 保存：保存地区面積の総和

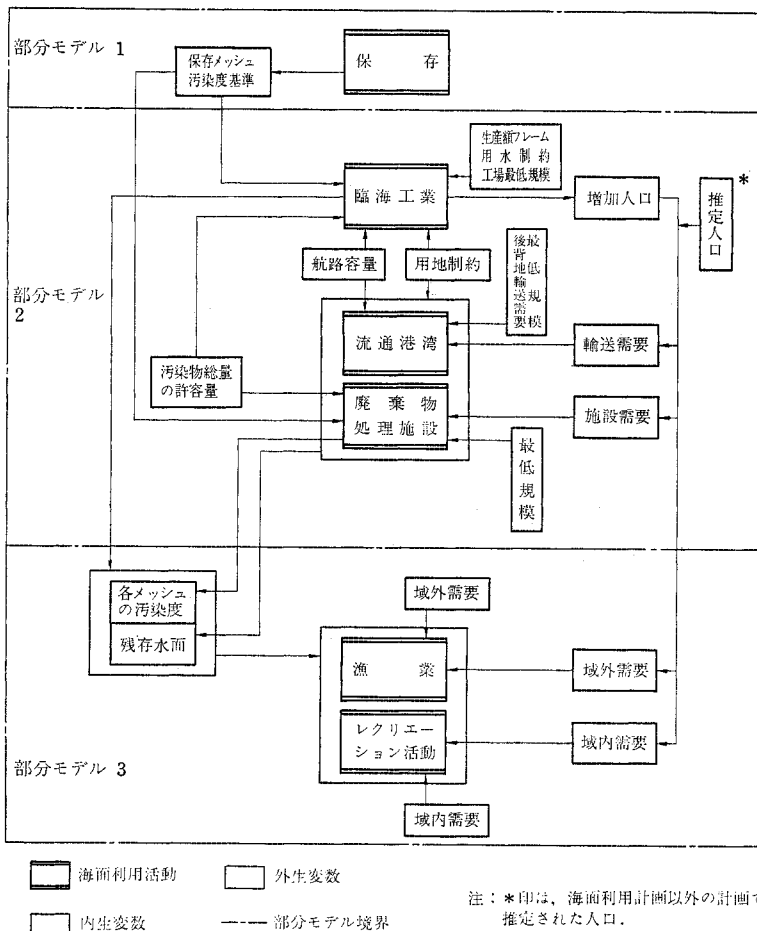


図-2 海面利用モデルのフローチャート

- ① 臨海工業：対象地域全域での地域分配所得の増大
- ② 流通港湾：港湾利用貨物について対象地域全体の総輸送費と建設費用の低減

④ 廃棄物処理施設：沿岸都市で発生する廃棄物について対象地域全体の総輸送費と建設費用の低減^{d)}

- ⑤ レクリ活動：夏期1か月あたりの延べ利用客数

- ⑥ 漁業：漁獲高の増大

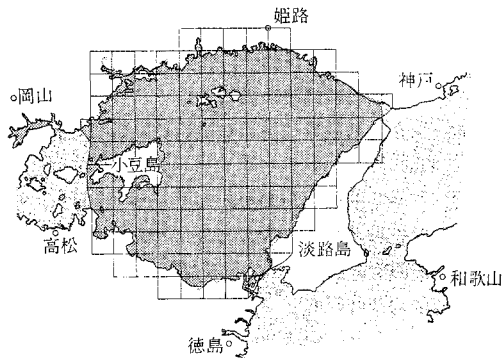
シミュレーションによる計算の結果得られた種々の代替案について、ここに述べた指標の形で個々の活動の評価値を計算する。各評価値のうちいくつかは貨幣タームで示せるが、保存やレクリ活動のように貨幣タームでの評価が困難^{e)}、またはすべきでないもの^{f)}も含まれている。したがって、シミュレーションでは代替案とそれの場合の各活動個別の評価値の提示にとどめ、その検討と選択は意思決定者にゆだねられる。

モデル作成にはいくつかの前提条件が必要であり、それらを以下に列挙する。

- ① 立地に必要な用地はすべて埋立地とする。
- ② 臨海工業は専用の港と廃棄物処理施設を持ち関連工業を含む。
- ③ 流通港湾、漁業、レクリ活動は汚染物質を排出しない。
- ④ 対象地域の沿岸都市で発生する廃棄物は、すべて廃棄物処理場に持ち込まれ、処理施設からの排出物の濃度規準は、どの地区でも一定とする。
- ⑤ 臨海工業以外の各活動の立地の結果生じる人口増加は無視しうるものとする。
- ⑥ 沿岸市町村の廃棄物処理施設は、すべて海面利用計画の対象とする。

(3) ゾーニング

1ないし2都府県程度にまたがる沿岸と海面で、隣接する地域の影響が、あまりに大きくならないことを考慮



図一3 播磨灘地域へのメッシュ適用例

d) 後述の前提条件 ④により、処理施設の立地の評価は輸送条件と建設費で示される。

し、なるべくまとまった形の海面を得られるように計画対象地域の境界を決める。次に、適当な間隔でメッシュを作成し、メッシュ内に海岸線、または技術的に埋め立て可能な場所を含むものを沿岸メッシュ、海面のみからなるメッシュを海洋メッシュと名づける。図一3は、沿岸29市町村にまたがる播磨灘地域へのメッシュの適用例で、この場合各メッシュは6km四方、メッシュ数は沿岸メッシュ68、海洋メッシュ55、計123である。活動の多くは、沿岸海面を利用するため、沿岸メッシュについては海洋メッシュよりも小さくすることも考えられる。メッシュ番号を*i*、沿岸市町村番号を*h*で示し、各メッシュについて、埋立て可能面積と現在海面面積を算定する。次に建設技術の面からみた流通港湾適地をいくつか選んで、それらのメッシュを港湾メッシュと名づける。

(4) 海面利用の部分モデル

a) 部分モデル1：保存活動の海面利用

貴重な自然生態系や文化財の保存は、人類全体の歴史的な遺産と資源を将来の世代にそのまま伝えることであり、その価値は、半永久的な期間にわたる価値づけの総和となる。保存すべきメッシュと保存すべき対象物ごとの汚染度規準は、その分野の専門家による種々の検討を経て指定される。保存地区は、ぜひとも保存すべき地区と、保存が望ましいが他活動の海面利用に支障をきたす場合には除外する地区の2種類に分ける。シミュレーション実行の際、前者は不変であるが、後者は減らされる場合がある。なお、保存すべきメッシュを保存メッシュと呼び、以下のシミュレーションでは他の諸活動の立地を許さない。

b) 部分モデル2：臨海工業、流通港湾、廃棄物処理施設の海面利用

この3活動の立地は、沿岸メッシュのみに限られる。臨海工業による人口増は、他の2活動が満たすべき需要量を増加させるが、臨海工業の各業種ごとの人口増加率を用いると、上記の需要条件は臨海工業の変数を用いて示すことができる。

また、3活動の目的はいずれも貨幣タームで示せるため、それらをウェイトづけして目的の一元化をはかることは容易である。

以上より、部分モデル2は、次に示す1つの数理計画問題として示すことができる。

変数 臨海工業を業種により分類し、その変数をメッシュ*i*の*K*種臨海工業の立地面積で表わす。流通港湾については、O.D.表を域内市町村単位につくり、域外への輸送は方面別にいくつかにまとめる。輸送の往・復をまとめて表示すれば、このO.D.表は、域内の市町村

h から、域内市町村（および域外方面） h' への三角 O.D. 表となる。流通港湾輸送貨物量は、域内市町村 h から港湾メッシュに属するメッシュ i, i' を経て域内市町村（および域外方面） h' への輸送量の形で示され、これが流通港湾に関するモデル内の変数となる。メッシュ i での流通港湾取扱量は、 h, i', h' に関する総和で表わされる。また、後背地域からの輸送需要は、道路網を考慮して、もよりの沿岸市町村での輸送需要として扱う。廃棄物処理施設については、市町村からメッシュ i への廃棄物輸送量を変数とし、 h に関する総和がメッシュ i での廃棄物取扱量となる。

目的関数 この3活動の利用海面配分に用いる目的関数は、次のように定める。まず、3. (2) ⑥ ③ ④ の値を円/年単位で表現する。なお、建設費はいずれの場合もそれぞれ固有の割引率で年あたり費用を計算する。この3つの値をただちに加えることはできないが、いずれも同じ単位で表わされているため、それらの換算係数を用いれば一元的に表わすことができる。したがって、目的関数は、臨海工業による地域分配所得、港湾利用貨物の輸送費と建設費用、廃棄物の輸送費と処理施設建設費用、これら3項目のウェイトづけされた和で表わすものとする。

制約条件 制約条件を関連する変数ごとにまとめると以下ようになる。

- ① 臨海工業に関する制約
 - ④ 業種別の1工場最低規模
 - ⑤ 業種別の地域全体の生産額フレームの上・下限値
 - ⑥ 水系ごとの用水上限値
- ② 流通港湾に関する制約：
 - ④ 流通港湾の最低規模
- ③ 廃棄物処理施設に関する制約：
 - ④ 廃棄物処理施設の最低規模
- ④ 臨海工業と流通港湾に関する制約：
 - ④ 発着貨物量に関する航路容量の上限
 - ⑤ 流通港湾の取扱い量が流通港湾経由の輸送貨物需要をみたすこと^{e)}
- ⑤ 臨海工業と廃棄物処理施設に関する制約：
 - ④ 両者からの汚染物排出総量が、地域全体の許容量以下であること
 - ⑤ 両者からの排出物が、保存地区の汚染度規準値以下であること
 - ⑥ 廃棄物処理施設の取扱量が、廃棄物処理需要をみたすこと
 - ⑦ 三者に関する制約

e) 流通港湾の輸送需要や廃棄物処理需要は、人口、すなわちこのモデルでは臨海工業の変数で示される。

⑥ 各メッシュでの埋立て可能値の上限

これらの制約条件下で目的関数を最大にする各変数の値を求めることにより、上記3活動の立地点と規模が得られる。流通港湾と廃棄物処理施設は、直接には取扱量の形で解が得られるため、その後、用地原単位を用いて利用海面の値を計算する。

部分モデル3：漁業とレクリ活動の立地配分

まず、部分モデル2の結果から各メッシュでの汚染度を計算する。得られた汚染度が漁業用海面の基準を満たしておれば、漁業可能海面とする。レクリ活動についても同様にレクリ活動可能海面を得る。次に漁業可能海面、レクリ活動可能海面について、現存海面面積から、埋め立てられた海面、港湾用海面、航路海面等の面積を差し引き、漁業海面、レクリ活動海面を得る。一方、部分モデルで得られる将来人口によって域内漁獲需要と域内レクリエーション需要を計算し、それぞれの域外需要を加えてその必要量を得る。一般には、漁業とレクリ活動とは同一海面を共用しうる。しかし、養殖漁業は海面を排他的に使い、またレクリ活動では、レジャーボートやアクアラング潜水は漁業との紛争を生じるため、両者にある程度の専用海面が必要となる⁹⁾。

したがって、部分モデル3は次の満足化問題として示すことができる。

変数 各メッシュでの漁業専用海面、レクリ活動専用海面、両者の共用海面

満足基準

- ① 漁業専用海面と共用海面での漁獲高（単位：円/年）が漁獲需要以上であること。
- ② レクリエーション客の利用量（単位：日×人/夏期1か月）が域内・域外からのレクリエーション需要量（前記と同単位）を満たすこと。

制約条件

- ① 漁業のみに関する制約：
 - ④ 漁業専用海面がその必要面積を満たすこと。
 - ⑤ 漁業専用海面と共用海面の全域での総和が、漁業海面面積の全域での総和以下であること。
- ② レクリ活動に関する制約：
 - ④ レクリ活動専用海面がその必要面積を満たすこと。
 - ⑤ レクリ活動専用海面と共用海面の全域での面積の総和がレクリ活動海面の全域での総和以下であること。

以上の制約条件のもとで、満足基準①、②を満たす海面配分法により、両活動の利用海面の配分を行う。満足基準を満たす海面配分パターンが多く考えられる場合には、満足基準として示した①、②の指標値をできるだけ大きくしうるパターンを選ぶ。したがって、部分モ

デル3の答は、この2つの指標値にあるウェイトを定めて目的関数とし、満足規準を制約条件につけ加えた形の数理計画問題から得られる。

(4) シミュレーションの手順

シミュレーションの手順を図-4に示す。このシミュレーションは、部分モデル1に示した除外しうる保存地区数と、部分モデル2の制約条件⑤-⑥に示した汚染物質排出総量の許容量とを、パラメトリックに操作することにより、海面利用の諸活動の調整をはかろうとするものである。手順を箇条書きすれば以下になる。

- ① 保存メッシュの指定。立地点と利用海面を定める。
- ② 地域全体での汚染物質排出総量の許容値を決める(初期値を与える場合は、国土計画サイドから当該地域に課せられる許容値を用いる)。
- ③ 部分モデル2で実行可能解の有無を検討。実行可能解が得られれば⑤へ、得られなければ④へ進む。
- ④ 保存メッシュを減少させるか否かの検討。減少できれば①へ、そうでなければ⑩へ移る。
- ⑤ 部分モデル2を計算し、その結果から、臨海工業、流通港湾、廃棄物処理施設の立地点と利用海面を定める。
- ⑥ 各メッシュの汚染度と残存海面を計算し、レクリ活動可能海面と漁業可能海面を得る。
- ⑦ 部分モデル3で実行可能解の有無を検討。実行可

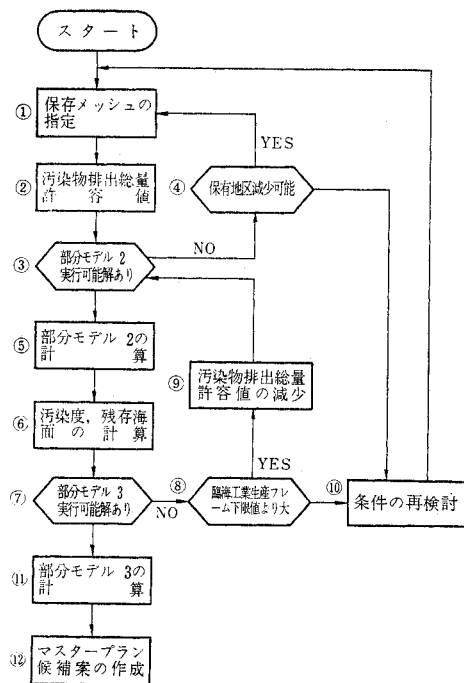


図-4 シミュレーションの手順

能解が得られれば⑩へ、得られなければ⑧へ進む。

⑧ 配分された臨海工業の地域全体の生産額が、地域フレームの下限值より大きいか否かの検討。大きければ⑨へ、そうでなければ④へ進む。

⑨ 地域全体での汚染物質排出総量の許容値を減少させ、③へ移る。

⑩ 与えられた条件のもとではマスタープラン案がつかれない。種々の制約条件や規準値の再検討を行い、あらためて①へ移る。

⑪ 部分モデル3を計算し、その結果からレクリ活動と漁業の立地点と利用海面を決める。マスタープラン候補案の作成。①, ⑤, ⑩の結果をまとめる。

結果は、各メッシュについての保存、臨海工業、流通港湾、廃棄物処理施設、漁業レクリ活動の立地面積のリストの形で得られる。もちろん、保存メッシュでは他の諸活動の立地は認められず、それ以外のメッシュでは、同一メッシュに保存以外の複数の活動が立地する場合もありうる。このモデルでは、メッシュ内での各活動の立地パターンにはふれていないが、その決定は、地区の細かい性格を考慮して別の手法で定めるべきであろう。メッシュの汚染度が高く漁業やレクリ活動に適さない海面は、空閑海面として残される。

(6) 代替案の作成と比較

シミュレーションの結果得られるマスタープラン候補案は、保存地区の指定と汚染物質排出総量許容値との決定の仕方によってさまざまなものが得られる。保存地区を数多く指定すれば、臨海工業や廃棄物処理施設の立地は少なくなる。この場合、レクリ活動や漁業には減少する傾向と増加する傾向の両者がある。前者については、保存地区の増加分だけ利用海面が減少するということであり、後者は臨海工業などの立地が少なくなるため海面の汚染度が低下し、それに関して利用海面が増加するという傾向である。汚染物質排出総量の許容値を大きくとれば、臨海工業や廃棄物処理施設などの立地が多く、漁業やレクリ活動の利用海面が相対的に少ないマスタープラン案が得られ、この許容値を小さくとれば、その逆の傾向をもつ案が得られる。各マスタープラン候補案は、保存地区の数、部分モデル2の目的関数の値、部分モデル3の満足基準①, ②に示すレクリ活動、漁業の活動指標の4指標を持つ。したがって、各代替案は、これら4指標を軸とする四次元空間内の1点として表わすことができる。意思決定者は、マスタープラン選択のため、代替案の比較検討を行う。このとき、計画技術者がモデルの性格をよく熟知しておれば、意思決定者の判断に役立つ情報を効率的に提供しうる¹⁰⁾と考えられる。そして最終的に、意思決定者の判断のもとに1つのマスタープラン

ンが選ばれることとなる。

4. 今後の課題

本文で提案した手法は海面利用計画の一つの試みであり、真に有効な手法を得るためには、まだ数多くの課題が残されている。ここでは計画技術の側面から、そのいくつかの点について以下に考察を加える。

(1) 土地利用計画等他計画との調整

提案したモデルに見られるように、海面利用計画のためには、土地利用計画からの数多くの情報が必要である。一方、臨海工業や流通港湾の立地は土地利用計画に大きい影響を及ぼすであろう。さらに、計画が対象とする活動が海面と陸地部を一体的に使用する場合も多い。このため海面利用計画には、それをとりまく多くの他の計画との綿密な相互調整が不可欠であり、この調整をいかに図るべきかは、現実の計画策定面ではもちろんのこと、モデル研究の面でも重要な課題である。

(2) 既存の施設とマスタープラン

ここに提案したモデルは、一般的にもっとも望ましい海面利用のパターンを求めようとするもので、現在の利用状況と関係なく、海面利用に関する諸要素の相互関係から種々の代替案が得られる。しかしながら、例えば既設の大規模工業施設を廃止することは現実には困難であり、これを考慮すれば、既設の施設配置を前提とし、今後新たに立地する海面利用の増加分のみについて望ましい配置計画を考えることも必要であろう。

(3) 計画の多目的性

マスタープランの選択のように、いくつかの計画指標があり、あらかじめそれらを一元化できない場合、代替案の選択は意思決定者にとって困難な課題となる。このとき計画技術者は、計画問題の分析を通して、意思決定者の必要とする判断材料をできる限り提出すべきであろう。このような問題は多目的計画問題と呼ばれ、近年注目され研究も進みつつある^{11), 12)}。一つの有効な分析手法は、代替案の比較が一面からみれば直面する計画問題での各指標間のウェイト調整の問題であることに着目するもので、数理計画の双対変数分析を応用することができる。しかし、現実の適用の点ではまだ多くの課題が残されている。

(4) マスタープランの対象時点および不確実性

これに関してはいくつかの問題点がある。第一は、環境状態の定常性の問題である。対象時点でモデルに与え

た汚染規準を満たしたとしても環境の定常状態が得られないと予想される場合、モデルは本質的にはダイナミックモデルとならねばならない。第二は、季節性の問題である。海面でのレクリ活動がほとんど夏期に限られること、漁業の活動地点が季節的に変化すること、排出された汚染物質の移動性が季節的に大きく変わること¹³⁾等のため、対象とする季節の取り方によってマスタープランの選択が左右される。第三は、タンカーの事故油濁のように、突発的ではあるが被害が広域に及ぶものをいかに計画に取り入れるべきかという問題である。

計画の基礎となる種々の現象にまだ数多くの未知の問題が残されている海面の利用計画を科学的に取り扱うことは困難である。しかし、海面を真に豊かな空間として利用するためには、総合的な海面利用計画を作成することは今日の急務である。このような観点から、本文では海面利用計画の一手法を提案した。会員諸兄がいくらかなりともこの問題に関心を持たれ、御叱正を寄せていただければ幸いである。最後に、資料を提供していただいた運輸省港湾局の方々に心から感謝を述べたい。

参考文献

- 1) アメリカ政府海洋科学技術資源委員会編集：アメリカの海洋科学・技術・資源，ラティス，1970年。
- 2) 運輸省港湾局：これからの港湾と技術開発，運輸省港湾局，1973年。
- 3) 柏谷増男・天野光三：瀬戸内海の交通革命，pp. 30~31；豊島修・中村宏・石井文雄：海洋スペースの利用，pp. 50~51；川嶋康宏・長尾義三：明日の港湾，pp. 65~67，特集・明日の土木<1974>，土木学会誌，1974年1月号。
- 4) Walter Isard：Ecologic Economic Analysis for Regional Development，The Free Press，1972。
- 5) Y. Yasojima, H. Kono, Y. Nakamura & M. Hirata：Programming Model for "Big Push" Project, Considering Industrial Pollution, The Third International Pacific Regional Science Conference, 1973.8。
- 6) 同上 4)
- 7) 青木昌彦：組織と計画の経済理論，岩波書店，pp. 222~231，1971年。
- 8) ジョセフ・L. サックス：環境保全の法的戦略，季刊現代経済学，pp. 98~107，1972年12月。
- 9) 運輸省港湾局：マリーナ施設計画指針（案），港湾技術要報，No. 72，運輸省港湾局，p. 188，1973年7月。
- 10) 矢島隆：マルチ・オブジェクティブの評価と意思決定，地域開発，1972年7月，pp. 67~80，1972年8月，pp. 59~67。
- 11) R. Benayoun, J. de Montgolfier and J. Tergny：Linear Programming with Multiple Objective Functions：Step Method (STEM), Mathematical Programming, pp. 366~375, Vol. 12, 1971。
- 12) Morris Hill, Yigal Tzamer：Multidimensional Evaluation of Regional Plans Serving Multiple Objectives, Papers of the Regional Science Association pp. 139~165, Vol. 29, 1972。
- 13) 第三港湾建設局：港湾開発と環境問題，運輸省第三港湾建設局，p. 65，1973年11月。

(1974. 5. 20・受付)