

愛媛大学 正 柏谷増男
愛媛大学 学 横川雄二

1. はじめに

沿岸海域を利用する活動主体は多種にわたり、しかも海流の秘流や拡散によって、環境の変化は広域的である。このため、各利用主体の活動目的を高めつつそれらを並存させることは困難であり、沿岸海域利用計画の策定が望まれている。計画のためのモデルは、一般には多目的計画問題で表わされるが、多種の活動主体を一括して配分しようとするればモデルは大規模化する。そこで、ここでは各活動主体の特徴を主として、順次配分するシミュレーションモデルを提案する。なお、今回の報告は、工業立地についての考察を主としたものである。

2. モデルの概要

対象とする活動主体は、下水処理場、臨海工業、自然保護、海水浴場、のり養殖の5種類で、前の2者が汚水を排出し、後の3者がその影響を受ける。1つのましました沿岸海域を想定し、いくつかのメッシュに分割して各メッシュへの活動の配分を行う。

まず、各活動主体ごとに立地に関する特徴をまとめる。次のようになる。

下水処理場……立地点選択はかなり局地的。汚染物質の排出量は、臨海工業より少ない。

臨海工業……立地点を広域的に選ぶ。汚染物質の排出量は多い。

自然保護……環境汚染の許容値がきびしい。候補地はかなり限定されている。

海水浴場……環境汚染の許容値は、自然保護よりはゆるやか。候補地はかなり限定されている。

のり養殖場……環境汚染の許容値はゆるやか。候補地も多い。

これら各活動の特徴を考慮すると、図-1のような順序で配分することが有効と考えられる。下水処理場の立地配分については、ここでは考慮の主体を工業立地においてため、自然保護地、海水浴場の候補地に抵触しない地域で処理場の立地に適切な地区をあらかじめ選ぶとした。自然保護地の設定と海水浴場の配分は、毛

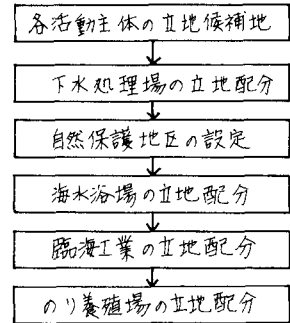


図-1 立地配分の順序

デルの数学的性格からは、一種のパラメータとして扱われる。臨海工業の立地配分は、以下に示すL.P.モデルで表わされる。

$$\text{目的関数 } \max \sum_{j \in L_2} C_j \cdot x_j \quad (1)$$

制約条件

$$\sum_{j \in L_2} d_{ij} \cdot x_j + w_{0i} + w_{1i} \leq P_i \quad (\text{for } i \in L_3) \quad (2)$$

$$\sum_{j \in L_2} d_{ij} \cdot x_j + w_{0i} + w_{1i} \leq P_i \quad (\text{for } i \in L_4) \quad (3)$$

$$x_j \leq S_j \quad (\text{for } j \in L_2) \quad (4)$$

$$x_j \geq 0 \quad (\text{for } j \in L_2) \quad (5)$$

ただし、 i, j : メッシュ番号、 x_j : j メッシュでの臨海工業の立地量、 C_j : j メッシュでの臨海工業の立地評価値、 L_2 : 臨海工業の候補地集合、 d_{ij} : j メッシュの臨海工業単位立地量による排出物の i メッシュへの影響度、 w_{0i} : i メッシュの既存の海域汚染度、 w_{1i} : 下水処理場の立地にともなう i メッシュの汚染度、 P_i : 自然保護地区の汚染許容値、 L_3 : 設定した自然保護地区のメッシュ集合、 P_i : 海水浴場の汚染許容値、 L_4 : 設定した海水浴場のメッシュ集合、 S_j : j メッシュの利用可能地面積

臨海工業の立地量が求まれば、その立地にともなう各海域の汚染度 w_{1i} を算出する。そこで各海域の合計

汚染度 w_i は次式となる。

$w_i = w_{oi} + w_{ri} + w_{si} = w_{oi} + w_{ri} + \sum_{j \in C_{i2}} d_{ij} z_j$ (6)
 のり養殖場は、その汚染許容値 p_5 に対して、 $w_i > p_5$ となるメッシュ i をすべて選ぶこととする。

ところで、このモデルでは、自然保護地区と海水浴場の設定法が問題になる。メッシュの粗を任意に選べば組合せ数は非常に大きくなる。この点については、ここでは以下に述べる方法を採用している。はじめに、初期の組は、自然保護地区と海水浴場の数のもっとも多いものを選び、式(1)～(5)のL.P.解を得る。このとき、式(2)、(3)に示す制約条件のうち、対応する双対変数の値に正なものがあれば、その制約条件つまり自然保護地区または海水浴場を除外することとする。この操作を適用すれば、自然保護地区と海水浴場の有効な組を効率的に選び出すことができる。

3. 仮想海域でのモデルの適用

仮想海域として三河湾地域を選び、シミュレーションを実行した。メッシュは1km四方で、沿岸海域メッシュ係数は249である。まず、各活動の各メッシュでの評価値¹⁾によって、候補地を選び出した。候補地数は臨海工業14、自然保護地区10、海水浴場13、のり養殖場65で、後の3者については重複立地を許している。下水処理場は、三河湾地区に処理場を必要とする市町村を4つのグループに分け立地点を各グループ1つづつ定めた。各候補地および下水処理場立地点を図-2に示す。各活動の汚染許容値は、法定定めた「生活環境に係る環境基準」により、自然保護、海水浴場、のり養殖に対してそれぞれ0.01 P.P.M., 2 P.P.M., 3 P.P.M.とした。また下水処理場、臨海工業立地にもなう汚染度について

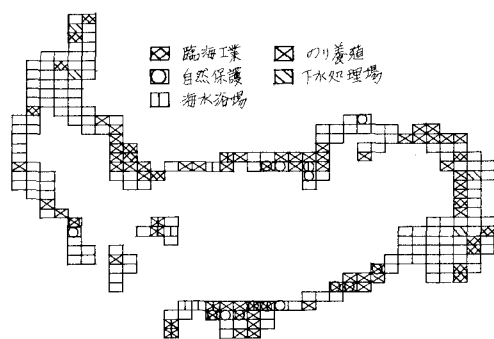


図-2 各活動の立地候補地

では、当該メッシュで、下水処理場の場合には処理人口10万人あたり0.24 P.P.M., 臨海工業は1.07 P.P.M.とした。排出物の影響度は、水理模型実験の結果²⁾を参考にして、海上距離に関して線形の回帰式にあてはめたものを用いた。なお、既存の海域汚染度は現在値の1/2程度に改善されると想定している。

適用の結果めかつたことを以下に簡状書きで示す。

- ①自然保護地区、海水浴場を1/9削減させる組合せ数は論理的には約1650万組あるが、検討に値するものは43組で十分であり、組合せの選択法は有効であった。
- ②2つ以上の制約式について双対変数の値が正の場合に大きい値に対応する制約を除外することが有効とはいえない。
- ③立地状況は、選定した自然保護地区、海水浴場と臨海工業候補地の位置関係に大きく左右されるので、地図をみながらシミュレーションを実行すれば、より効率的に作業が行なわれる(ただし、見落しの危険はある)。
- ④汚染許容値の相違、および自然保護地区と海水浴場とがほぼ同じような場所にあるため、海水浴場の数を減少させることはあまり意味がない。
- ⑤制約条件の緩和に対する目的関数の値の変化はなめらかでなく、かなりの変動がある。
- ⑥各ケースについての臨海工業とのり養殖との評価点は図-3のようであり、自然保護地区と海水浴場の選定を固定した場合、評価点を連ねた線は0点に対して凸関数のような姿を示す場合がある。

4. おわりに

今後の課題として、多目的計画手法による分析、汚染影響度の厳密化、輸送費を考慮した下水処理場、海水浴場の立地モデルおよび評価方法等の研究を行いたい

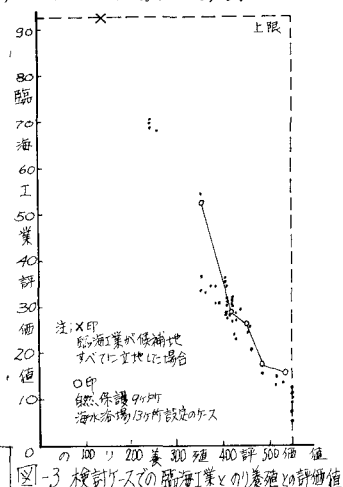


図-3 検討ケースでの臨海工業とのり養殖の評価値

参考文献 1) 運輸省第5港湾建設局、伊勢湾湾政部総合利用計画策定のための基礎報告書(Ⅱ)、昭和57年
 2) 運輸省第5港湾建設局、伊勢湾湾政部総合利用計画策定のための基礎報告書(Ⅲ)、昭和57年