

港湾計画とOR

川合 紀章

1. はじめに

「港湾計画」は、港湾を整備していくうえでの基本的な指針となるものである。「港湾計画」には、その港湾がおもに対象とする背後圏とその背後圏へ出入りする港湾貨物量の将来計画値が示してあり、港湾の規模はこの港湾取扱貨物量により規定される。岸壁や防波堤などの港湾施設の整備は、「港湾計画」に示されているこれらの計画値にもとづき進められている。

しかし、「港湾計画」は各港湾がそれぞれ策定することになっているため、背後圏が競合するような港湾が隣接する場合には、計画値の設定に問題が生じることになる。特に北海道のように全体が1つの島になっており、すべての港湾の背後圏が競合する可能性がある場合は、各港の計画値の合理的な設定がきわめて困難になる。

このため、北海道の各港の「港湾計画」の策定に当たっては、OR手法を用いて北海道全体の港湾貨物流動が効率的な動きをするような各港湾の背後圏の検討を行っており、その結果を計画情報として、各港それぞれが適正な機能分担のもとで円滑に「港湾計画」の策定を実施している。

以下では、OR手法を用いた港湾背後圏の検討方法やその結果の「港湾計画」への利用の状況について紹介する。

2. 港湾計画と北海道におけるその問題点

2.1 港湾計画について

法定計画としての「港湾計画」は港湾法第3条にその定めがあり、「重要港湾の港湾管理者は、港湾の取扱可能貨物量その他の能力に関する事項、港湾の能力に応ずる港湾施設の規模および配置に関する事項等についての計画である港湾計画を定めなければならない」とされて

いる。また、港湾法第3条には港湾計画の策定手続についてもうたわれており、「重要港湾の港湾管理者は、港湾計画を定め、または変更しようとするときは、地方港湾審議会の意見を聞いたうえで運輸大臣の審査を受けなければならない」とされている。

上記の港湾法にもとづき、重要港湾の港湾管理者はおおむね10年にいちど港湾計画を見直し、港湾計画の策定作業と所定の手続を行ない港湾計画の改訂を実施している。港湾計画の策定作業で最初に行なうことは、おおむね10年後の当該港湾の背後圏を検討し、その背後圏へ出入りする当該港湾の取扱貨物量を推定することである。この目標年次における取扱貨物量にもとづき、港湾施設の規模が決められ、次にその配置が検討されることになって行なわれている。

港湾計画の策定主体は、あくまでそれぞれの港湾の港湾管理者であり、各港湾管理者は自らの検討により、当該港湾の将来の背後圏を想定して港湾計画を策定する。しかし、背後圏が競合するような隣接港湾がある場合には、次に述べるような問題が生じることになる。

2.2 北海道において問題になった状況

日本のほとんどの重要港湾については、その港湾が所在する都府県が港湾管理者になっている。しかし、北海道の港湾については特殊の事情があり、12港ある重要港湾（特定重要港湾2港を含む）のほとんどは地元の市および町が港湾管理者となっている。

このため、北海道の重要港湾においては、それぞれの市および町が独自に将来の自港の背後圏を検討し、それにもとづき港湾計画を策定することになる。その結果、それぞれの港湾の背後圏が重複して計画される状況が生じる。特に、北海道は全体が1つの島になっており、すべての港湾の背後圏が競合する可能性がある。したがってそれぞれの市町が独自の判断が検討した背後圏をもとに推定した各港湾の将来取扱貨物量を総計すると、北海道全体でマクロに推計した目標年次の北海道港湾取扱貨

かわい のりあき 北海道開発局小樽港湾建設事務所
〒047 小樽市築港2-2

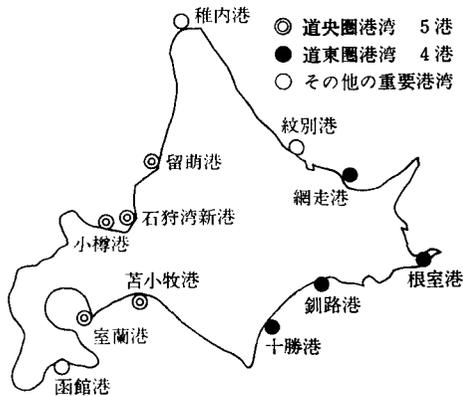


図1 北海道における重要港湾位置図

物量をはるかに超えてしまうことが生じる。

前節で述べたように、港湾計画は最終的に運輸大臣の審査を受ける必要がある、上記のような実効性のない港湾計画は過大投資を避ける点から、各港とも認められないことになってしまう。特に、背後圏の競合がいちじるしい道央の5港が、同時に港湾計画の改訂時期をむかえた昭和60年には、合理的な背後圏の設定が大きな問題となった。

2.3 上記問題への対応策

上記の問題に対処するため、道央圏5港の港湾計画の改訂を円滑に行なう連絡調整の場として、5港の港湾管理者、北海道、北海道開発局の7者で構成する道央圏港湾連絡協議会が、昭和59年に設置された。その事務局は、運輸省港湾局の地方支分局的な立場にある北海道開発局港湾部に置かれた。連絡協議会では、道央圏5港の港湾計画の目標年次である昭和70年の北海道全体の港湾取扱貨物量と、その道央圏シェアや道央圏各港の背後圏の検討、調整を行なっている。

この連絡協議会での検討にさいして、事務局である北海道開発局港湾部ではOR手法を用いた港湾背後圏の検討を行なっており、その結果は計画情報として連絡協議会に提出されている。なお、北海道開発局港湾部ではこのOR手法による検討内容の確認等のため、別途、五十嵐日出夫北大教授をはじめとする学識経験者や港湾利用者の代表による調査委員会を設置して、計画情報の精度の向上に務めている。

3. OR手法を用いた港湾背後圏の検討方法

3.1 港湾背後圏の検討方法

一般に港湾の背後圏の形成は、設備（港湾能力、交通

網）、商取引機能の集積、商習慣等のさまざまな制約のなかで、荷主が輸送経費、輸送時間を最少とするように港湾を選択する結果生じるものである。

そこで、このような背後圏の形成機構を数理モデルに表わし、これを用いて将来の北海道における望ましい各港湾の背後圏を検討することにした。すなわち、港湾施設能力、商取引機能の集積等の制約を制約条件として定式化し、これらの条件下で北海道における港湾貨物輸送の総コストのてい減が図れるような効率的な物資流動パターンを求めるモデルを作成する。そして、目標年次において想定される北海道全体の港湾取扱貨物量を対象にモデル分析を行ない、得られる物資流動パターンから各港湾の背後圏を求めることとした。

3.2 効率的な港湾貨物流動を求めるモデルの概要

(1) 制約条件

本モデルでは基本的に次の3つの制約条件を設定している。

①貨物総量制約

将来の全道品目別港湾貨物総量をモデルで計算する貨物流動量のフレームとして与えるもので、モデル計算においてはこの総量を港湾および地域に配分することになる。

②港湾能力制約

各港湾ごとに将来の取扱可能貨物量を設定するものでこれで規定された貨物量の範囲内で各港湾に貨物が配分される。

③地域ポテンシャル制約

各地域における将来の発生、集中貨物量を規定するもので、地域のポテンシャルとして産業の集積規模、用地量、労働力を与えることにより、モデル計算ではこれらに見合った貨物量が配分される。

(2) 目的関数

港湾貨物の流動を決めるもの（港湾の選択要因、産業立地要因）をコストに直すと陸運コスト、海運コスト、港湾コスト、復荷コスト、用地コスト等が考えられるが本モデルではこのうち港湾貨物流動の決定に特に支配的であると思われる次の3つのコストのてい減を目的関数としてとりあげた。

①陸運コスト

港湾と各地域の間の貨物運送費用であり、最も重要なコストであるため、モデルの中でも中心的に取り扱う。

②復荷コスト

荷主が港湾を選択するに当たっては、復荷が確保できる

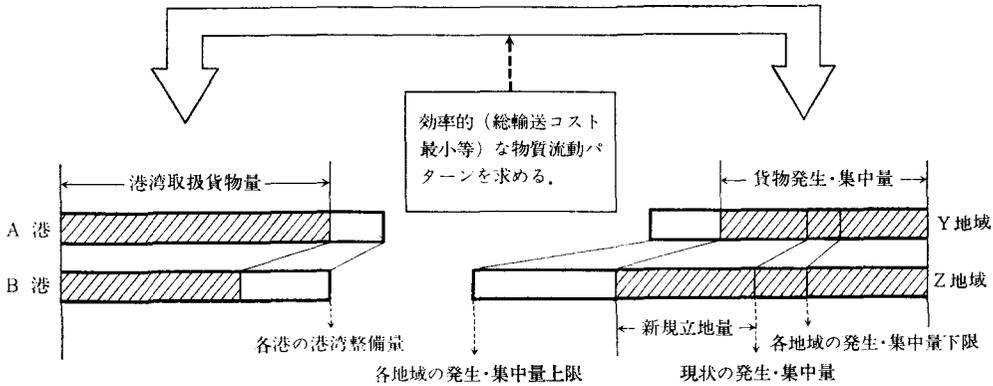


図 2 効率的な港湾貨物流動を求めるモデルの概要

かどうかが重要なポイントとなっている。復荷は海運と陸運両方について考慮されるが、本モデルでは1つの港湾における貨物の出入りの差を小さくするという形で復荷によるコストダウンを図るものとする。

③用地コスト

産業立地のさいの地価抵抗で、港湾の選択要因ではないが、本モデルでは地域側の貨物の発生・集中量（産業立地量）を決める大きな要因であるため、目的関数として取り扱う。

(3) モデルの概要

モデルの概要を図2に示す。また、以上に示した制約条件、目的関数に、さらにインプットデータ、アウトプットデータを整理したモデルの構造を図3に示す。

4. モデルによる港湾背後圏の分析

4.1 数理計画法によるモデル分析

本モデルは図2に示されるように、複数の港湾と複数の地域との間の最適な貨物流動パターンを検討する輸送問題である。その定式化は、上述のようにいくつかの制約条件（1次式）のもとで、ある目的関数を最適化する形で表わすことができる。このため、その解法として線形計画法（Linear Programming）を用いることとした。

ただし、本モデルの場合は目的関数が複数あり、複数目標の最適化を同時に行なう必要があるため、その定式化に当たっては、目標計画法（Goal Programming）を導

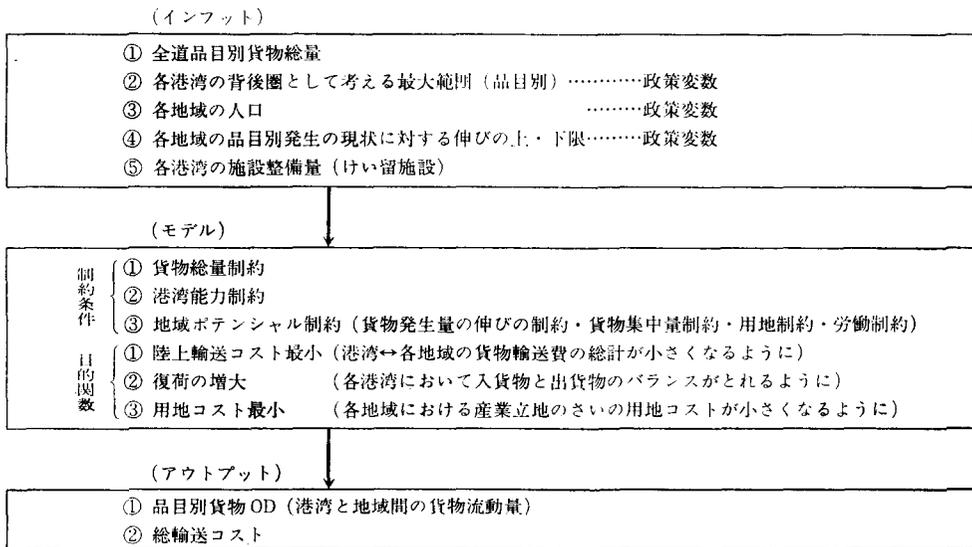


図 3 効率的な港湾貨物流動を求めるモデルの構造

入している。なお、目標計画法の効用関数として、本モデルでは、L字形効用関数を採用している。

なお、実際の計算では、港湾数が12港、地域数が43ゾーンで、双方向の輸送問題のうえ、それが貨物の品目ごと16次元に重なり合った複雑な計算であり、さらに、その他の制約条件式も多くあるため（制約条件式の総数約3000式）、大型計算機を利用して1回の計算に相当時間がかかる状況であった。

4.2 港湾背後圏の分析結果

先に示したように、モデルの計算結果は、品目別貨物OD（港湾と地域の貨物流動量）として表わされる。各港の将来の望ましい背後圏の範囲は、このOD表から計画情報として取り出すことができる。本モデルの分析からは、このほかの計画情報として、道央圏5港の北海道全体に対する港湾貨物の取扱シェア、各地域の産業立地の方向、各港に必要な港湾整備量等が得られるが、ここでは、実際に「港湾計画」の策定に使われた計画情報である道央圏シェアと各港の背後圏の分析結果について簡単に述べるものとする。

フェリーをのぞく一般港湾貨物についての道央圏5港の全道に占める割合（道央圏シェア）は、計算を行なった時点での実績値が67%（昭和58年港湾統計）であったのに対し、モデル計算結果では70%となった。これは、将来において効率的な港湾流動パターンが行なわれた場合は道央圏シェアは若干上昇する程度であるということである。

港湾背後圏については、モデル計算結果から各港の将来の背後圏の範囲が品目別に求められる。その例として道央圏港湾全体から背後圏への貨物の出入量について、

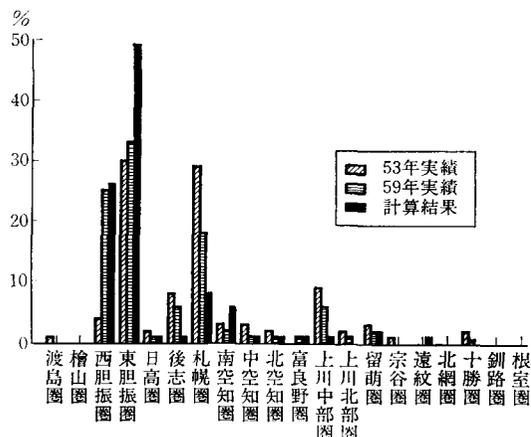


図4 道央圏5港の背後圏の検討結果
(道央5港→地域への搬出貨物の背後圏)

北海道全域を100%としたときの各地域の構成比で表わしたものを昭和53年、59年の実績と比較して、図4に示した。これによると、53年から59年の背後圏の変化の延長線上に、今回のモデル計算による将来の背後圏構成比があることがわかる。

本モデルは規範的なモデルであり、この計算値は目標年次（昭和70年）における背後圏の予測値といった性格ではなく、70年時点において効率的な貨物配分を行なったさいの理想値といった性格を持つ。したがって、図4の結果からは、53年から59年への道央圏全体の背後圏の変化については、より効率的な物資流動パターンを生じさせるような動きであり、将来的にもこのような背後圏の変化が望ましいということがわかる。

5. モデル分析結果の港湾計画への利用

5.1 道央圏港湾の港湾計画の策定における利用

今回の港湾背後圏についてのモデル分析結果は、港湾管理者が港湾計画を策定するさいの計画情報として利用された。

先に述べたように、道央圏港湾の港湾計画の改訂にあつては、各港の計画内容の検討、調整のために道央圏港湾連絡協議会が設置されており、この協議会での検討の計画情報としてモデル分析による港湾背後圏の検討結果が、たとえば図5に示すような形で提出されている。

港湾計画の策定主体はあくまでそれぞれの港湾の港湾管理者であるため、協議会の構成員である各港湾管理者は、これらのモデル分析による背後圏や道央圏シェア等の計画情報を検討したり、お互いの港湾計画を理解し尊重しながら、それぞれ独自に港湾背後圏を設定しそからの港湾貨物量を推定し、港湾計画を策定している。

しかし、各港湾管理者が上記のように十分な計画情報をもっていたため、各港湾で独自に推定した将来取扱貨物量を合計しても、当初危惧していたような道央圏港湾全体としての将来取扱貨物量の予測値と大きくかい離するようなことはなかった。それどころか、昭和70年の道央圏港湾全体の貨物量（フェリー貨物を除く）の予測値が80,212千トンだったのに対し、各港の推計値の合計が80,200千トンと偶然的にもきわめて一致した数字となった。

以上のことにより、道央圏5港の港湾計画の改訂は円滑に実施された。

5.2 道東圏港湾の港湾計画の策定における利用

昭和62年には、道東圏の4港が同時に港湾計画の改訂

