

神戸大学工学部 正 員 黒田 勝彦
 神戸大学大学院 学生員 楊 賛
 日本工営 (株) 正 員 ○上山 浩明

1. はじめに

港湾整備主体は国際的なコンテナ輸送環境において、経済・物流などの社会的ニーズを満たした上で、社会全体の物流コストと港湾整備費用を最小に押さえるように、国全体の港湾ネットワーク整備計画を立てることが要求されている。そこで、本研究では港湾整備主体としての政府、港湾利用者としての船社、港湾と輸送船の利用者としての荷主の3者を情報に格差のあるゲーム参加者として捉えそのシュタッケルベルグ均衡解を求めることにより、外貿コンテナターミナル最適整備計画の立案に関する提案を行う。

2. 政府、船社、荷主のゲームの関係

政府は、船社・荷主に関する完全情報を保有しており自身の整備戦略に対する2者の最適戦略を予測でき、輸送需要予測をも考慮に入れ整備戦略を提示する。

船社は、政府の示した港湾整備戦略と与件に荷主の最適貨物配分戦略を予測して配船戦略を決定する。

荷主は、政府の港湾整備戦略と船社の配船戦略が提示されてはじめて自身の最適貨物配分戦略を決定する。

3. 港湾ネットワークの構築

本研究では上述の3者の関係を2段階のシュタッケルベルグ問題として捉えてモデルの構築を行った。なお、国内2港湾間にフィーダー便を配船する国内港湾利用パターンを船社の配船戦略として検討する。

まず、政府の戦略は国益の観点から荷主の港湾へのアクセス総費用と港湾ネットワーク全体のコンテナバス総遊休損失の和の最小化を目的とした港湾立地・規模の整備計画である。その際荷主と船社の戦略の完全情報を得ている。そこで、以下のように定式化を行った。

決定変数: Z_i^l, Z_j^f (新設バス数)

目的関数:

$\min GC =$ (荷主の港湾アクセス総費用)

+ (港湾ネットワークのバス総遊休損失)

sub. to

(1) バス数の正数条件

and

船社の行動	
sub.to	
荷主の行動	sub.to 制約条件

つぎに、船社の戦略は企業として獲得利潤の最大化を目指した航路毎の便数、船型の配船計画である。政府の示した港湾整備戦略と荷主の行動に関する完全情報を持つ。そこで、以下のように定式化を行った。

決定変数: Y_{ij}^l, y_{hi}^f (配船便数)

目的関数:

$\max SB =$ (総海上運賃収入)

- (船舶の償却費用)
- (航行費用)
- (荷役費用)
- (岸壁使用料)
- (入港料)
- (トン税 〈外航船のみ〉)
- (水先料 〈外航船のみ〉)

sub. to

- (1) 航路毎の総配船便数
- (2) 必要バス数による制約
- (3) 配船便数は外貿輸送需要より多い

and

荷主の行動	sub.to 制約条件
-------	-------------

最後に荷主の戦略は貨物の国内港湾へのアクセス費用と外貿海上運賃、船待ち時間および海上輸送中に発生する金利損失の和の最小化を目的とした貨物配分である。

決定変数: $x_{kij}, x_{khij}, x_{jik}, x_{jihk}$ (配分貨物量)

目的関数:

$\min NC =$ (港湾アクセス総費用)

- + (総海上運賃)
- + (輸出貨物の金利損失)
- + (輸入貨物の金利損失)

sub. to

- (1) 配分貨物の非負条件
- (2) OD 貨物量に関する保存式
- (3) 配分貨物量が船社の提供する輸送能力を超えてはならない制約

4. 港湾ネットワークモデルの適用例

国内ゾーンを各都道府県、国内港湾を12港湾、海外ゾーンを6ゾーンと設定し、海外航路は一括に計算を行った。

今回は、ハブ港を限定して船社の配船行動ならびに荷主の貨物配分行動と、それに伴う船社の利益ならびに荷主の支出についての検討を行う。また、国の港湾整備構想をふまえ、フィーダサービスの導入による船社の配船行動、荷主の貨物流動についての検討を行う。設定1は特定重要港湾ならびに重要港湾の中、現在コンテナ貨物を取り扱っている7港を外貿コンテナ港湾と限定しモデルの検証をする。

設定2は上記の内5港湾を外貿コンテナ港湾として限定する。

設定3は国の港湾整備構想を考慮に入れ、地方フィーダー港を7港湾、ハブ港を設定2の5港湾として整備する場合を想定した設定である。

このような仮想ネットワークモデルにおいて今回はモデル検証のために政府が提示した戦略として、現存の港湾施設データを利用した。なお、フィーダー港とはフィーダー便のみ就航する港湾のことであり、ハブ港とは、外航船の航路が設定されている港湾である。ロードファクターは計算の簡略化のため、外航航路において、一律0.7、フィーダー航路は、一律0.9と想定する。航路設定を以上の3設定にした結果を表4.1、表4.2、表4.3に示す。

設定1と設定2を比較すると国際コンテナ港湾を限定し、その数が減ると、船社は集中した配船を行い利益は上がるはずである。荷主の費用はこのような配船を受けて港湾アクセス費用の増大が伴うはずである。したがって、両設定の計算結果は実際を表現していると言える。

フィーダー便の総便数が増加するということは船社にとって外航船を集中させ経費が減少する一方で、フィーダー便の増便に伴う経費増が支出として計上されるはずである。荷主に関しては外航船の集中により到着間隔が狭くなるために起こる金利支出の低減の効果を

受けるはずである。つまり、フィーダー便の増便は船社の利益を増加させ、荷主のアクセス費用を減少させる。しかし、過大な増便はロードファクタの低下を招き、支出の増やし、収入の効率の低下してしまうことになる。そのために船社の利益は減少するはずである。今回は仮想フィーダー便数を最適配船計画に組み込めなかったため、十分な検討が行えなかった。

5. おわりに

本研究では現在コンテナ貨物を取り扱っている主要港をコンテナ港湾と限定して、船社配船行動と荷主貨物配分行動を分析した結果、ハブ港の性格を持つことが確認できた。また、外航便のみでのネットワークの縮小が船社の利益を増加させ、荷主の物流コストも増加させることが確認できた。

今後の課題として、外航便の現行配船スケジュールを用いてモデルの再現性を確認し、港湾背後圏の推定も行う必要がある。本来最適配船計画として国内フィーダー便の配船スケジュールを決定すべきだが今回は外性的に与えた。また、本モデルでは計算量が膨大になるので計算の流れを工夫する必要があると思われる。もしくはフィーダー便数と船社の利益・荷主の費用の関係を詳しく調べ、最適配船スケジュールを導くモデルの検討を行わなければならない。さらに、国の港湾整備構想を考慮に入れて、志布志や関門にTSL（テクノスーパーライナー）が就航するときの港湾整備、配船行動、貨物流動分析も行う必要があると思われる。

表4.1 設定別利潤・費用（万円）

	設定1	設定2	設定3
船社の利潤	194,604	1,970,103	5,173,189
荷主の費用	10,724,154	10,806,292	10,727,064

表4.2 港湾別取扱貨物量（ト/月）

	新潟	京浜	名古屋	阪神	関門
設定2	105047	3746885	1555541	2705388	697094
設定3	100981	3750950	1555541	2677159	725323

表4.3 港湾別外航総便数（便/年）

	新潟	京浜	名古屋	阪神	関門	合計
設定2	8	150	60	152	31	401
設定3	4	124	43	125	23	319

参考文献

- 1) 楊賛：国際ハブ・コンテナ・ターミナルの最適ネットワーク計画、日本応用地域科会 1994. 12
- 2) 運輸省港湾局：「大交流時代を支える港湾」、1995. 6