

調達物流における荷主在庫を考慮した定期船輸送サービスの検討

海運ロジスティクス専攻 0555019 川口 義弘

指導教授 鶴田 三郎 黒川 久幸

1. 緒 言

1.1 研究の背景

長らく海運会社は単純に貨物を運ぶことによる運賃収入で成り立ってきた。しかし、1984 年の米国海事法発効による海運同盟の形骸化によって競争が激化した結果、定期船事業は赤字を出すようになった。そのため、各船社はアライアンスの構築や合併・買収によるコスト削減によって利益の確保に努め、競争を勝ち抜こうとしている。

しかしこれらの施策は基本的に船社自身による船社のための努力になってしまっている。また、単純なコスト削減は収支の中における相対的な利益増にしかかなり得ず、利益の絶対量を増やすものではない。

一方、近年物流からロジスティクスへの転換が起こっている。これは、モノの流れを単なる物的流通としてではなく、経営戦略の一部として捉えようとする荷主の経営の流れに各運輸会社が応えたかたちであると言えるだろう。具体的な業務の内容についても、3PL やサプライチェーンマネジメントといった言葉が頻繁に聞かれるようになり、荷主の経営戦略に食い込むような仕事をするようになってきた。また更に具体的には、JIT や時間指定配送のようなサービスが当たり前になってきたように、時間や頻度のような輸送サービスの中身、質は重要視される傾向にある。

このような社会の変化の中で、船社もコスト削減だけでなく、ロジスティクスの視点を持って新たなビジネスの創造をして利益をあげていかねばならないと思われる。ロジスティクスは自社だけでなく、荷主にも協力してもらい、はじめて達成できる。それは、船社が荷主の視点に立った輸送サービスをする必要があるとも言え換えられるだろう。具体的には、本研究では荷主の保管活動を考慮に入れた船社の輸送サービスを考えていきたい。保管と在庫管理は密接な関係があり、なおかつ在庫について問題意識を持っている荷主が多数存在することから、保管費について考察することは重要であると思われる。そこでこの保管を前提とした輸送サービスを考えることで、船社がより荷主寄りの輸送サービスを出来るようにする。しかし、そのためにはまず船社と荷主の収支構造をある程度明確にしなければならない。そこで、船社、荷主双方の収支

構造をモデル化し、そこに荷主の視点としての保管費を組み入れて、そのモデルを用いて輸送のシミュレーションを行い、船社が経営上採るべき方策を探りたい。

1.2 研究の目的と有効性

本研究では荷主視点として保管費を考慮した船社の輸送サービスを、シミュレーションによって探る。そこで本研究の目的を、

- ・船社、荷主双方の収支構造のモデル化
- ・保管費の算出方法の検討
- ・モデルを使ったシミュレーションの結果による、船社の採るべき輸送サービスの提案の 3 点とした。

本研究は、船社のみならず荷主、あるいは広く社会にとっても必要なものとなり得る。本研究での検討により荷主視点の輸送サービスが達成できると、荷主のニーズにあった輸送サービス、具体的には最適な船型や寄港頻度の決定が可能になる。それは運賃競争に因らない船社の競争力強化に繋がり、船社は新たな種類の収入を得ることが出来る。また、結果的に荷主と船社の win-win の関係が築けることで、荷主にとっては物流費の削減による原料の質向上、競争力強化が考えられよう。これは我が国のような加工貿易国家においては有効に働くものと思われる。

このように本研究は、そもそも物流が社会の大部分に関わっていることもあり、大きな改善をもたらす可能性がある。

2. モデルの内容

2.1 モデルの概要

本モデルでは、仕入・輸送・保管・販売という一連の経営活動を行う荷主と、そのうち輸送の部分を担当する船社の経営活動を関連させ、船社の経営活動、具体的には、船型の大小、寄港頻度等といった輸送サービスの変化が荷主の利益にどう影響を与えるかを観察できるようにしている。船社は自社の利益を確保しつつ荷主の利益を最大化するように行動することとした。なお、以下で、文字について、

添字… o: 荷主 s: 船社
B: 利益 I: 収入 E: 支出

である。その他は適宜説明する。

モデルの目的関数は、

$$\max \leftarrow B_o = I_o - E_o \quad \dots \text{式 1}$$

とした。

2.2 荷主モデル

まず、荷主モデルについて、荷主利益、荷主収入、荷主支出はそれぞれ、

$$B_o = I_o - E_o \quad \dots \text{式 2}$$

$$I_o = r \cdot D \quad \dots \text{式 3}$$

$$E_o = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \quad \dots \text{式 4}$$

とした。

r : 販売価格 D : 年間需要量

E_1 : 仕入費 E_2 : 輸送費 E_3 : 保管費 E_4 : リスク費

E_o の各項目については、 E_1 から順に、

$$E_1 = u \cdot D \quad \dots \text{式 5}$$

$$E_2 = L \cdot D = (L_1 + L_2) \cdot D \quad \dots \text{式 6}$$

$$E_3 = \gamma \cdot \frac{\mu \cdot \tau}{2} \quad \dots \text{式 7}$$

$$E_4 = \delta_1(t \cdot \mu) + \delta_2 \left(\frac{\mu \cdot \tau}{2} \right) + \delta_3 \left(t \cdot \mu + \frac{\mu \cdot \tau}{2} \right) \quad \dots \text{式 8}$$

とした。

u : 商品原価 L : 輸送単価

L_1 : L のうち船社支出分 L_2 : L のうち船主支出分

γ : 保管単価 μ : 平均需要量 τ : 運航間隔

δ_1 : 海上輸送中リスク単価

δ_2 : 保管中リスク単価

δ_3 : 海上輸送中・保管中の区別無いリスク単価

t : 輸送時間

2.3 船社モデル

船社モデルについて、船社利益、船社収入、船社支出はそれぞれ、

$$B_s = I_s - E_s \quad \dots \text{式 9}$$

$$I_s = L \cdot D = (L_1 + L_2) \cdot D \quad \dots \text{式 10}$$

$$= E_2$$

$$E_s = N + C \quad \dots \text{式 11}$$

とした。船社収入と荷主の輸送費は同値とした。

N : 運航費 C : 船費

E_s の各項目については、 N, C の順に、

$$N = g + p + l \quad \dots \text{式 12}$$

$$C = (c_8 \cdot hu \cdot n) + (c_{10} + c_{11} + c_{12}) \cdot c_9 \cdot W \cdot n \quad \dots \text{式 13}$$

とした。

g : 燃料費 p : 港費 l : 荷役費

hu : 船員数 n : 投入隻数 W : 船型

c_8 : 船員費単価 c_9 : 1 TEU 当たり船価

c_{10} : 船舶修繕費係数 c_{11} : 船舶償却係数

c_{12} : 船舶利息係数

N の各項目についてはそれぞれ、

$$g = c_1 \cdot \frac{d}{24 \cdot v} \cdot c_2 \cdot (c_3 \cdot W)^{\frac{2}{3}} \cdot v^3 \cdot f \quad \dots \text{式 14}$$

$$p = (c_4 \cdot W + c_5) \cdot f \quad \dots \text{式 15}$$

$$l = (c_{6i} + c_{6j}) \{ (1 + c_7) \cdot D \} \quad \dots \text{式 16}$$

とした。

d : 輸送距離 v : 船速 f : 年間就航回数

c_1 : 燃料油単価 c_2 : 燃料消費量係数

c_3 : 排水量換算係数 c_4 : 入出港費係数(傾き)

c_5 : 入出港費係数(切片) c_6 : 荷役費

c_7 : 検数料金比率

2.4 保管単価 γ の導出

本モデル中の保管単価とは、1 TEU の貨物を 1 年間保管したときにかかる保管費を意味している。よって、単位は (円/(TEU・年))となる。保管単価を表すデータは発見できなかったために、導出をすることとした。

まず、式 3 を見ると、 I_o は売上高と捉えることが出来る。文献²⁾から計算すると、2004 年における売上高保管費比率は 0.0097 である。売上高保管費比率は E_3/I_o と表すことが出来るので、

$$E_3 = 0.0097 \cdot I_o \quad \dots \text{式 17}$$

である。式 7 と式 17 より、

$$\gamma = 0.0097 \cdot r \cdot \frac{D}{\left(\frac{\mu \cdot \tau}{2} \right)} \quad \dots \text{式 18}$$

と言える。ここで、 $D/(\mu \cdot \tau/2)$ について、分子は年間需要量、分母は平均手持在庫量である。するとこの式は、1年間のうち、平均手持在庫量が年間需要量に対して何回転するかを表したものと同値と言える。つまり、年間在庫回転数である。年間在庫回転数は年間棚卸資産回転数であるとも言える。

よって、保管単価 γ は、

$$\text{保管単価} = \text{売上高保管費比率} \times \text{1TEU 当たり販売価格} \times \text{年間棚卸資産回転数} \quad \dots \text{式 19}$$

で求められることを導出できた。

売上高保管費比率が 0.0097、文献^{3,4)}より 1 TEU 当たり販売価格が 470 万 (円/TEU)、年間棚卸資産回転数は 8.45 (回/年) である。

よって、保管単価は約 38.5 (円/(TEU・年)) と導出できた。

3. 検討結果と考察

3.1 基本的な傾向

基本的な傾向について表 1 に示す。

表 1 基本的な傾向

	船型を小さくするとき	船型を大きくするとき
投入隻数	増加	減少
輸送頻度	増加	減少
寄港間隔	減少	増加
手持在庫量	減少	増加
運賃	増加	減少
荷主利益	最適解が存在	

3.2 保管費の影響

図 1 には保管費の変動と荷主利益の変化の関係を示している。丸で囲んだ部分は荷主利益の最大値を示している。ここでは保管費が荷主利益にどのように影響するのかを考察した。

保管費の変動は、売上高保管費比率を変化させることによって、保管単価 γ を 1/4 倍、4 倍にした場合を想定した。

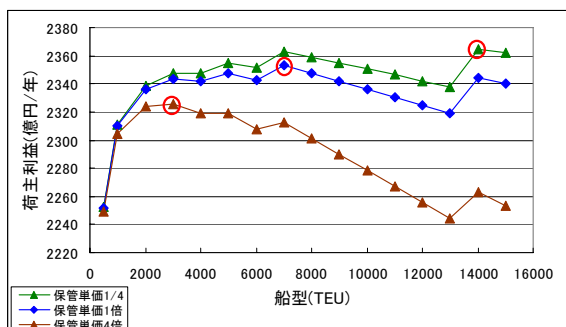


図 1 保管費変動と荷主利益

まず、荷主利益の最大値について、保管単価 1 倍のときに 7000 TEU 付近にあるのに対し、1/4 倍のときは 14000 TEU 付近、4 倍の時は 3000 TEU 付近のときに存在する。ここから、保管費が小さいときには手持在庫を多く持ってもコストがかからないため、大型の船を用いて一度に大量に輸送し、輸送費の単価を下げるほうが荷主の利益になることが推察できる。また、保管費の大きいときは在庫をあまり持ちたくないために、小さな船を用いて高頻度で輸送をしたほうが荷主の利益になることが推察できる。

さて、ここで船社が経営戦略を立てることを想定してこの結果を解釈すると、船社は荷主の保管費を了解した場合に、用いる船を変えて荷主に提案することを考えられる。また、保管単価 4 倍の時、船型の大型化によって荷主の利益が大きく損なわれていることから、保管費の大きい貨物を扱う荷主に大型船舶を用いるリスクのあることを示すこともできる。

3.3 燃料費の影響

燃料費の変動の荷主に与える影響について考察する。図 2 には燃料費の変動と荷主利益の関係を示した。丸で囲んだ部分は荷主利益の最大値を示している。燃料費の変動は、燃料費単価 c_1 を変化させることで表現した。燃料費は 1/4 倍、2 倍、4 倍、8 倍と変動させた。また、比較のために 1 倍のものも表示した。

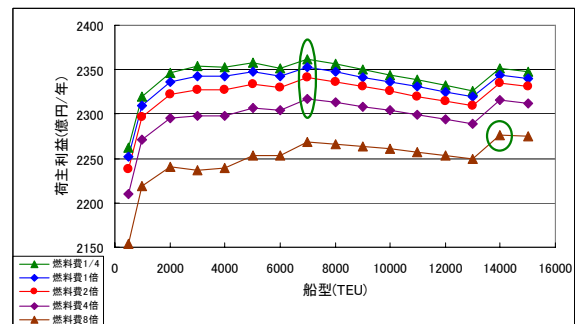


図 2 燃料費変動と荷主利益

図 2 を見ると、燃料費が減少するときには荷主利益に対して大きな影響はないものの、燃料費が増大するとき、大変大きな影響が出ることが示唆できる。これは式 14 から、船速のパラメータが 2 乗で影響を与えているためであると思われる。またグラフの傾向から、荷主利益の最大値が、燃料費 1/4 倍、1 倍、2 倍、4 倍の場合に船型が 7000 TEU 辺りのときにあるのに対し、燃料費が 8 倍の場合は 14000 TEU かそれ以上のところにあると考えられることから、燃料費の影響が最適な船型にも影響していることがわかる。以上より、燃料費も船社の荷主に対する提案のファクターとなりうるということがわかる。

3.4 輸送距離の影響

輸送距離の長短が船社の戦略に与える影響を考察する。図3は輸送距離の違いと荷主利益の関係を示したグラフである。丸で囲んだ部分は荷主利益の最大値を示している。基本条件では上海-ロサンゼルス間を設定したが、ここではそれよりもかなり短い上海-東京間(961マイル。アジア圏内航路を想定)と、かなり長いロッテルダム-上海間(11862マイル。欧州航路を想定)を条件とした。

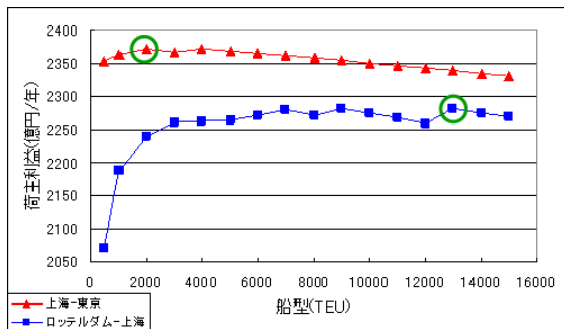


図3 輸送距離の違いと荷主利益

上海-東京間での荷主利益の最大値は2000 TEU 付近に存在することに対し、ロッテルダム-上海間の荷主利益の最大値は13000 TEU 付近に存在する。これより、近距離の航路の場合は小型船で頻りに輸送を行うことが有効であり、遠距離の場合は大型船を用いることが有効であると言える。近年、日本国内メーカーのアジア進出により、中国をはじめアジア地域での輸送が極めて活発である。船社はこれに対応し、小型船舶の増強を行うことで荷主に対する営業を強化し、同業他社に対して優位に立てる見込みがある。また反対に、欧州や米国東海岸など遠方向への貨物が多い荷主の場合には大型船を使用することを勧められることが考えられる。

また、ここで注目すべき点は、荷主利益の最大値をとる船型について2つのグラフを比べると、11000 TEU とかなり大きな差があることである。つまり、輸送距離は船型の決定に大きな影響を与えている。特にこのことは荷主が良く認識すべき問題であろう。実際には荷主は多くの地点から多くの地点へ貨物を輸送していると考えられるが、それぞれ異なる輸送距離に対し、適切な船型・寄港頻度が存在することを認識すればより収益性が向上するだろう。

3.5 輸送距離と保管費の影響

図4は輸送距離と保管費を同時に変化させた結果のグラフである。丸で囲んだ部分は荷主利益の最大値を示している。輸送距離の変化は3.4と同じ、保管費の変化はそれぞれ1/2倍と2倍に設定した。

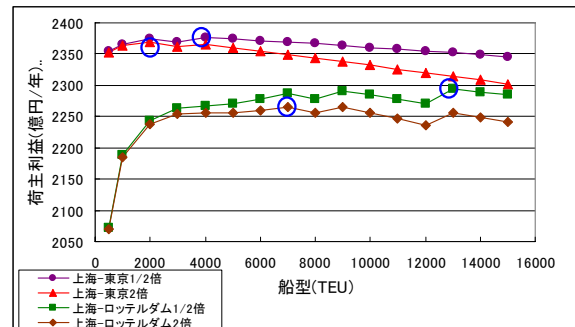


図4 輸送距離・保管費の変動と荷主利益

図4を見ると、3.2で述べた保管費の影響についての結果と考察と3.4で述べた輸送距離についての結果と考察を踏まえたかたちとなっていることがわかる。すなわち、荷主利益の最大値について、保管費が小さい、または輸送距離が長いと、船型の大きい方にシフトし、保管費が大きい、または輸送距離が短いと、船型の小さい方にシフトしている。実際の問題を考えるときにはこのように複数の条件を組み合わせることで船型や寄港頻度を決定する必要があるだろう。

4. 結 言

モデル化については2.2や2.3で詳細に示した通り船社、荷主双方の収支構造を、互いに影響し合うかたちで構築できたので、達成されたと言える。

次に、保管単価の導出については2.4で示した計算方法によって提示できた。

最後に、以上の結果を受けての輸送サービスの提案である。船社と荷主が貨物の流れのなかで単純に輸送費のみを捉えず、広く物流費として捉えることによって、全体として利益が出せることがわかった。その為に、船社は船型および寄港頻度を、荷主の保管費の大小、燃料費の大小、輸送距離の遠近、更にそれらの組み合わせによって変更し、提案することが出来るということがわかった。

また今後は、リスク費の導出を行い、モデルに組み込むことで更に現実的なシミュレーションを行う必要があるだろう。

参 考 文 献

- 1) 黒川久幸、鶴田三郎、嶋邦彦 海上コンテナ輸送ネットワークの設計に関する研究
日本航海学会論文集 101号 pp259-269, 1999
- 2) 日本ロジスティクスシステム協会
2004年度物流コスト調査報告書, 2005
- 3) 国土交通省 平成16年度港湾調査
- 4) 財務省 平成16年貿易統計
- 5) 日本政策投資銀行 2004年連結決算ベース財務指標