

# 大型コンテナ港の後背地における集散輸送に関する基礎的研究

## *Transport of Container Collecting and Distributing in the Hinterland of Hub Port*

郭 子堅\* 長尾義三\*\* 榛沢芳雄\*\*\*

Guo Zijian Yoshimi NAGAO Yoshio HANZAWA

### 1. まえがき

国際貿易の増大に対して著者らは国際地域ブロック間の協力による国際コンテナの輸送を行う手法を提案した<sup>1)</sup>。その結果に基づいて、さらに地域内部において異なる業者の間で共同行動を取る必要が生じてくる。一般に、物流システムの革新によって、一貫輸送、共同配送など輸送方式が拡大されているが、輸送サービスには多くの投資が必要となり、その投資に適正な価値を創出することが望まれる。しかし、現在は各種業者とも莫大な投資を行い、いわゆる同一経路に対する重複投資を行い、物流全体としては非効率な輸送システムを形成することもある。ここで、本研究では荷主を含む各輸送関係者間の合意によるコンテナ輸送の経路を定め、その上で提携を行って利害調整による各関係者の利益を再配分する手法を提案する。

一般に、国際輸送拠点としてのハブ港を定めると<sup>1)</sup>、この港湾で貨物をどのように集散するのかは各国の国内インフラの整備などに依存する。同時に、貨物の流動方向はインフラの計画にとって一つの決定的要因となる。このような相互依存関係が存在するため、本研究では国際ハブ港湾（いわゆる大型コンテナ港）を目的地とする貨物の国内一貫輸送について、各輸送業者あるいは荷主の最適輸送を行うのではなくて、全体として最適輸送システムとなるよう著者らが提案した総合評価モデル<sup>2)</sup>を用いて、各々関係者は交渉によって、補償を前提とする計画を決定することとする。

キーワード：大型コンテナ港，ゲーム理論，総合評価，計画代替案選択

\* 学生会員 工修 日本大学大学院生

\*\* 正会員 工博 京都大学名誉教授

\*\*\* 正会員 工博 日本大学教授 理工学部

(〒274 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

TEL. 0474(69)5219 FAX. 0474(69)2581

### 2. 従来の関連研究

今までの研究は、まず、渡辺<sup>3)</sup>は輸出入コンテナを都市活動の要素として取り扱い、輸送の現状分析により自動車を中心とするコンテナ輸送が都市の交通への影響を示したが、モーダルシフトの進行によって、多種の交通機関の共存を図る必要もあると指摘している。また、朝倉は交通ネットワークモデル<sup>4)</sup>を拡張し、複数の利害の異なる主体が存在し、これらの主体間に存在するコンフリクト、つまり、船社の最適配船と荷主の貨物の最適の輸送経路との差異に注目した。このようにこれらの問題を2目的計画として取り扱うもの<sup>5)</sup>が多い。また、今井<sup>6)</sup>は往復型ロケーション・ルーティング問題のパレート解の集合を効率的に求める方法を提案した。これは定期コンテナ船の配船と寄港すべきコンテナターミナルの問題に適用したものであり、一つのK最短路問題の解法を提案したものである。基本的には、輸送システムを供給する計画者と輸送システムを利用する利用者に分けて、計画者の上位計画を決定した後、利用者のStackelberg解を求め、船社と荷主のそれぞれの利益を最大とするような均衡解を求めることとしている。

しかし、これらの研究ではまだ幾つかの問題点が残されている。例えば、利用者の間では必ずしも事前に配船計画が公開されていない。また、貨物の輸送は個人の交通行動というより、集団の交通行動として扱うことが好ましい。そのことから、情報の公開は計画段階から行わなければならない。それによって各主体の交通行動が行われることとなると思われる。

### 3. 本研究の目的と前提条件

従来、物流問題の研究は個々の流通費用の最適化もしくは荷主の物流費用と輸送業者の輸送費用の均衡から、輸送の形態、経路などを決定するものが多くみら

れる。しかし、この最適化によって誰が利益を受けるか、不利益となるか、また、誰からどの程度の補償が必要かを明確にすることもできない。それは社会的損失であり、不公平感を生ずる。そのため、本研究は国際経済ブロック間の最適輸送から指定されたハブ港への集散問題に着目し、各関係者間の利害調整を行いながら全体的にみて最適輸送システムを構築する輸送手段と輸送ルートを決める方法を求める。この新しい手法の実行には、次の幾つかの合理的に納得できる前提条件を設定することが不可欠である。

①輸送計画の関係者の間で自由に情報を交換することができる。どの主体も、必要なときに、必要な情報を獲得できる。

②輸送計画の関係者は、公正な立場で交渉に基づいて輸送計画を行う。公共の福祉の最大化という公共事業の目的に反することがないようにする。また、すべての関係者は平等な地位で交渉によって解を求める。

③大型コンテナ港とは既に定義した国際コンテナ輸送におけるハブ港を意味する<sup>1)</sup>。ハブ港の決定は著者が既に提案した手法<sup>1)</sup>でコンテナ輸送の国際拠点を設定する。本研究では、この拠点までのコンテナの国内輸送形式の計画手法を提案する。

④地域の輸送は国際コンテナ以外にも多く存在するために、この地域ではある交通機関が利用されない場合、この交通機関をほかの貨物を利用することとする。つまり、常に稼働している条件設定であるので係船あるいはそのほかの廃業による損失は考慮されない。

⑤輸送活動に伴う外部不経済性は考慮すべきであるが、ここで、発生する外部不経済は輸送形式によって異なる環境被害の回復費用のみとする。

#### 4. 競合による後背地交通網の形成手法の提案

本研究では、大型コンテナ港とその後背地の間でコンテナを輸送する場合、生産地からの輸送ではなくて、デポから港までの輸送経路を決定するものである。閉じる地域から構成する後背地では、その輸送経路の形成は次のように行われる。ここで閉じると言うのは他の地域から通過した貨物を考慮しないことである。

①ハブ港の後背地を決め、式(4-1)のようにいくつかのゾーン  $h$  に分ける。

$$H = \{1, 2, \dots, h, \dots, h_n\} \quad \dots\dots (4-1)$$

後背地の特性によって後背地をゾーンに分ける時に、

自然と社会人文条件を考慮するほか、行政的な地域の分割が主な根拠となる。

②ゾーン  $h$  に対して貨物の輸送に関係する者を交渉グループ(評価主体  $k^h$ )に分ける。

$$N^h = \{1^h, 2^h, \dots, k^h, \dots, l^h\} \quad \dots\dots (4-2)$$

ゾーンごとの評価を行う時に、各ゾーン内において、評価主体として、次のように設定する。1 荷主、2 トラック輸送業者、3 鉄道輸送業者、4 海運業者、5 高速道路の公団、6 鉄道企業体と7 港湾管理者となる。一般に航空輸送の関係する業者ならびに公団にも評価主体になる可能性があるが、日本の国土の広さなど条件を考慮すれば、ハブ港までの輸送に利用されることは不可能と考えられる。

③ゾーン  $h$  に対して貨物のすべての可能な輸送経路(以下、代替案と呼ぶ)  $a_j^h$  を式(4-3)で定める。

$$A^h = \{a_1^h, a_2^h, \dots, a_j^h, \dots, a_m^h\} \quad \dots\dots (4-3)$$

ゾーン内の貨物を目的地としての港湾まで輸送する方法として表1のように設定する。

④ゾーン  $h$  に対して各グループの評価関数を利用し、各輸送方法ごとに総合評価値  $U_j^{hk}$  を算出する。総合評価値により、ゾーン  $h$  における評価マトリックスを得ることができる。各評価主体の代替案における総合費用は次のように求めることができる。

まず、荷主  $k$  の輸送原価  $C^{hk}$  は経済性指標、迅速性指標、安全性指標と便利性指標から構成する。そこで、ゾーン  $h$  における荷主  $k$  の代替案  $a_j$  の総合評価値は次の式により算出することができる。

$$U_j^{hk} = \sum_{i \in I} f_1(C^{hk}) \quad \dots\dots (4-4)$$

この中に、 $f_1$  は荷主における評価関数である。

次は、輸送業者  $k$  のゾーン  $h$  における評価はこれらの種の業者の投資額  $I^{hk}$  によって行う。そこで、ゾーン  $h$  における輸送業者  $k$  の代替案  $a_j$  の総合評価値は式(4-5)により算出することができる。

$$U_j^{hk} = \sum_{i \in I} f_2(I^{hk}) \quad \dots\dots (4-5)$$

ここで、 $f_2$  は輸送業者における評価関数である。

公的機関としての事業主体  $k$  の評価は、その主体が整備した社会基盤の利用のゾーン  $h$  における収益  $\beta^{hk}$  によって行われる。ゾーン  $h$  における公的機関としての事業主体  $k$  の代替案  $a_j$  の総合評価値は式(4-6)により算出することができる。

$$U_j^{hk} = \sum_{i \in I} f_3(\beta^{hk}) \quad \dots\dots (4-6)$$

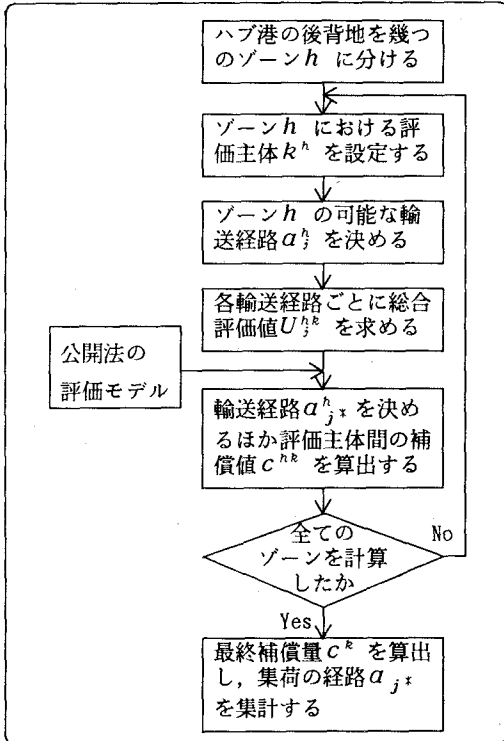


図1 競合による後背地交通網の形成手法

ここで、 $f_0$  は事業主体における評価関数である。

⑤あるゾーンに対して、公開法の評価モデル<sup>2)</sup>を利用して輸送機関を決めた後、交渉グループ間の補償値を算出する。まず、ゾーン $h$ に対して、交渉に基づいた多人数原理を利用し、提携 $S$ の保証水準 $v^h(S)$ を算出し、つぎに、提携 $S$ における代替案 $a_j^h$ の $p$ 種不満 $e_{j,p}^h = (v^h(S) - \sum_k U_j^h) / A_s(p)$ を算出する。

総合仁の概念により、代替案 $a_j^h$ を選択した後、交渉の結果として評価主体 $k^h$ の最終配分值 $x^{h,k}$ と評価主体 $k^h$ の出す補償値 $c^{h,k}$ を算出することができるが、その具体的過程は文献2に示される。

⑥すべてのゾーンに対して各交渉グループの補償値を再調整する。同質の交渉グループの補償値を合計し、最終配分值 $x^k$ と最終補償値 $c^k$ を算出する。

$$x^k = \sum_{h=1}^{h_n} x^{h,k} \quad \dots\dots(4-7)$$

$$c^k = \sum_{h=1}^{h_n} c^{h,k} \quad \dots\dots(4-8)$$

⑦最終の集荷の経路 $a_j^*$ は各後背地の輸送活動の集計となる。

表1 輸送経路の形態

| 輸送形態        | 経路図 |
|-------------|-----|
| ①デポ→ハブ港     |     |
| ②デポ→港→ハブ港   |     |
| ③デポ→駅→ハブ港   |     |
| ④デポ→駅→港→ハブ港 |     |

表2 ゾーン $h$ における評価マトリックス

| 評価主体           | $a_1^h$    | $a_2^h$    | $a_3^h$    | $a_4^h$    |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 <sup>h</sup> | $U_1^{h1}$ | $U_2^{h1}$ | $U_3^{h1}$ | $U_4^{h1}$ |
| 2 <sup>h</sup> | $U_1^{h2}$ | $U_2^{h2}$ | $U_3^{h2}$ | $U_4^{h2}$ |
| 3 <sup>h</sup> | $U_1^{h3}$ | $U_2^{h3}$ | $U_3^{h3}$ | $U_4^{h3}$ |
| 4 <sup>h</sup> | $U_1^{h4}$ | $U_2^{h4}$ | $U_3^{h4}$ | $U_4^{h4}$ |
| 5 <sup>h</sup> | $U_1^{h5}$ | $U_2^{h5}$ | $U_3^{h5}$ | $U_4^{h5}$ |
| 6 <sup>h</sup> | $U_1^{h6}$ | $U_2^{h6}$ | $U_3^{h6}$ | $U_4^{h6}$ |
| 7 <sup>h</sup> | $U_1^{h7}$ | $U_2^{h7}$ | $U_3^{h7}$ | $U_4^{h7}$ |

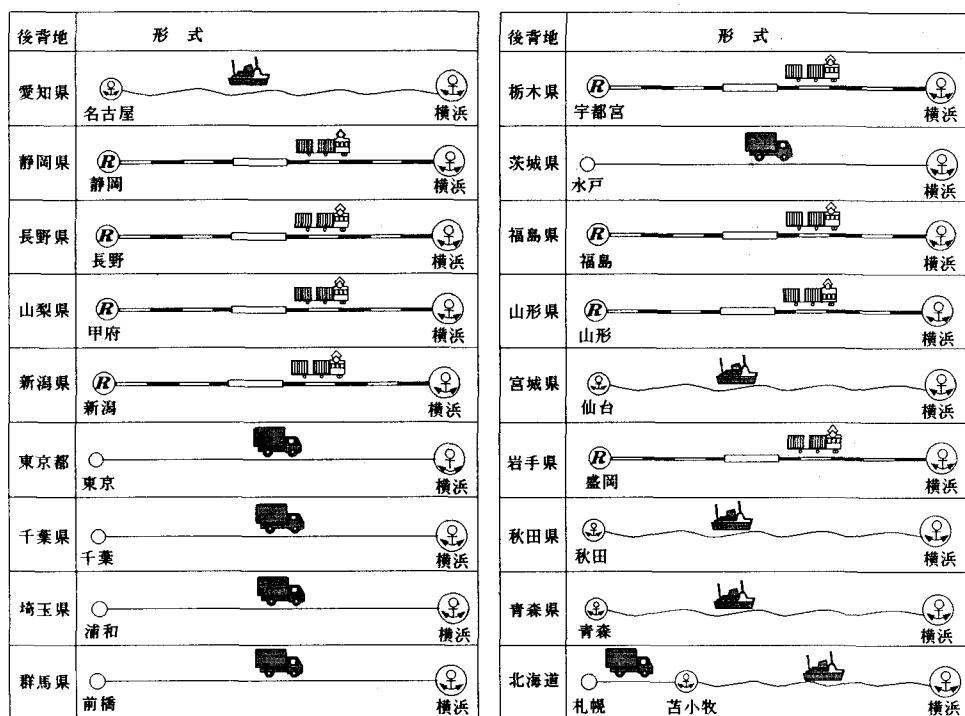
$$a_{j^*} = \{a_{j^*}^h\}_{h=1}^{h_n} \quad \dots\dots(4-9)$$

後背地を構成するゾーンごとに計算を行う。最終の配分值を用いて、総合的な異なる業者間の利害調整を行う。同種業者間の利害調整は低レベルの提携間の調整関係として、別に同じ考え方で行うこととする。

## 5. 提案した手法の実証的研究

本研究で提案した手法を横浜港<sup>1)</sup>の後背地におけるコンテナ輸送計画に適用する。行政的にこれらの後背地をゾーンに分ける。つまり、その後背地ゾーンは青森県、宮城県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、横浜市、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県、愛知県から構成される。そして、評価主体の確定は前述したよう、荷主、海運輸送業者、鉄道輸送業者、トラック輸送業者、港湾管理者、鉄道の企業体、高速道路の公団となる。各ゾーンにおける代替案は表1に示されるように設定される。各ゾーンごとの総合評価値を求めて、文献3の手法を利用し、各ゾーンの輸送形態を図2に示す。さらに、補償を集計し、各主体間の横浜港の集散に関する補償値を得ることができる。

図2 横浜港の後背地におけるコンテナの集散形式



本研究の結果から、各県別に輸送形態が決定される北海道のような長距離輸送の場合、トラックの長距離輸送がなくなり、そのかわりにトラック海上輸送の複合輸送が利用されることとなる。また、青森県、秋田県、宮城県と愛知県などは海運が主な手段として使われている。

## 6. 結論と今後の課題

本研究では総合評価手法を導入し、国内の幹線輸送はトラックと鉄道や海運との一貫輸送の範囲に関する方法論を提案することができた。さらに、過当競争を防ぐため、補償に基づく事業関係者の合意によってこの輸送形態を決定する方法を示すことができた。これは国の物流の誘導政策に役に立つと考えられる。つまり、国内コンテナ輸送に対応する各交通機関の一貫輸送について、総輸送費用を最小化するように輸送計画を立てる際、各交通機関の間では激しいシェア獲得の競争を避けて、計画的に交通機関を選択する必要性を提起したほか、輸送サービスの判断は荷主だけ行うのではなく、そのサービスの社会的影響なども考慮することが必要であることを提示できた。

本研究では方法論を示したが実施に当たってはいくつかの対策を進めることが必要である。例えば、TSLや鉄道の輸送能力を増加するほか、利便性を向上することも必要である。そして、輸送を効率的に行うためには、都市間の情報ネットワークの整備が急がれる。また、市場参入の自由によって、政府の規制をなくすとき生じる独占の発生を防ぐ。この場合、埋没費用が省略できることを前提とする。そのほか、今後の課題として、政治的な問題や企業間の各種の根強い習慣また、港の間ではコンテナの集散の相互的影響と重複の後背地を持つ場合の輸送計画への影響などへの配慮が挙げられる。

## 参考文献:

- 1) 郭 子堅、長尾義三、横沢芳雄：国際コンテナ輸送ネットワークの再編成に関する基礎的研究，港湾経済学会論文集，1994. 10.
- 2) 郭 子堅、長尾義三、横沢芳雄：情報公開に基づく公共事業計画の一手法に関する基礎的研究，土木計画学研究論文集，No. 11，1993. 12.
- 3) 渡辺 豊：都市における輸出入コンテナ輸送に関する基礎的研究，東京大学学位論文，1993. 7.
- 4) 朝倉康夫：利用者均衡を制約とする交通ネットワークの最適モデル，土木計画学研究論文集，1988. 11.
- 5) 今井昭夫：輸送経路を考慮した2目的ターミナル立地問題，土木計画学研究論文集，No. 10，1992. 11.
- 6) 朝倉康夫、清上章志：交通ネットワーク研究は宝の山か？—交通ネットワークの分析と計画方法論に関する今日の課題—，土木計画学研究論文集，No. 16(2)，1993. 12.
- 7) 木村東一：外貨港荷選別評価手法とその応用に関する研究，京都大学学位論文，1985.