

国際コンテナ輸送システム の最適化に関する考察

京都大学工学部土木工学教室 吉川和広
名古屋工業大学土木工学科 山本幸司
○神戸商船大学輸送科学科 三木楯彦

1. 序

国際貿易におけるコンテナ化は広範かつ多彩な技術革新の集積であるが、これは港湾と海上輸送の面にわたる流通革新のめざましい進展の結果である。今日、定期船輸送においては主要航路はほぼコンテナ化され、在来の貨物船による輸送からコンテナ船による輸送へと大きな変革が一巡し、コンテナ輸送は世界的に円熟期に入り烈しい競争が行なわれている。

大洋を隔てた2国間に一定量のコンテナ輸送の需要があるとき、大型コンテナ船の寄港を少数のコンテナ専用港のみに限定し、当該港と本船の寄港しない他の港の間に自動車、鉄道および内航海運などによる補助的な輸送(フィーダーサービス)を行なうのが有利であるとされてきた。

この輸送の経済合理性に立ち、従来からコンテナ船が主要港のみに寄港地を限定しトランスオーシャンのみに従事し、コンテナ船の直接寄港が施設面で不可能か、あるいは荷動き量が直接寄港に十分でないような港(通常、フィーダーサービスでカバーされる港をフィーダーサービスポートと称している)をフィーダー輸送によって対応してきたのである。

コンテナの国際輸送においてはマクロ的に見ても陸上～港湾～海上～港湾～陸上という多くのノードとリンクから構成されているため、この輸送の合理化は容易ではなく、大陸横断部分、あるいは国内フィーダー輸送部分、港湾部分といったサブシステムの研究が個別に行なわれてきた。そこで、自動車・船舶などの異種輸送機関が相互に協同・補完する輸送を提供する現在の海上コンテナ輸送システムを踏まえて、わが国の主要コンテナ港と外国諸港間のコンテナ船の寄港地の数の種々の代替案を用いて、コンテナ港を分散するか、集中するかのいずれが国内フィーダー輸送を含めたシステム全体に通しているかを検討する。

以下において、(1) 幹線および支線輸送コストの分析、(2) 同盟指定港として公表した港湾の内での港に幹線コンテナ船を寄港させるか、即ち多数港寄港方式か、幹線/支線輸送方式のいずれを採用するか、(2) 同盟指定港の内で幹線コンテナ船が寄港しない港での発生貨物に対し、どんな支線輸送体制を取るか、の3点を中心に述べる。ここでは、どの港湾を同盟指定港にするかという問題については論じない。

2. 幹線コンテナ船輸送と支線輸送のコスト分析

大洋横断輸送と、日本国内の各種輸送機関による支線輸送の優劣を比較検討するために輸送コストのほかにサービスの質、時間、安全性の要因も併せて総合的に分析するのが望ましい。しかし当面は輸送コストを中心に検討する。

また、支線輸送の始点はコンテナ貨物の輸出の場合荷主の庭先であり、外貿コンテナ埠頭への到着が支線輸送の終点である。この間の輸送コストは(1)リンクコストとして、トラック輸送コスト、海上輸送コスト、鉄道輸送コスト等があり、(2)ノードコストとして、内航コンテナターミナルにおける荷役諸経費、鉄道駅における貨車積み込み・取卸し経費等が考えられる。これらの支線輸送の諸コストの内、荷主の庭先から船会社の指定した港湾のコンテナヤード(CY)とコンテナフレートステーション(CFS)までは直接的には荷主負担である。上記CYおよびCFS以降の輸送は船会社負担によるというのが現在の制度であるので、たとえば北米西岸(PSW)航路についていえば下記の港湾の諸施設:

東京、横浜、清水、名古屋、大阪、神戸および門司の各港のCYとCFS

に持ち込まれたコンテナ貨物につき、以降の支線輸送と大洋コンテナ輸送の全体を合理化することが、現行制度を前提とした問題の範囲といえる。

輸送機関別輸送コストの構成要素は下記の通りである。

- (1) コンテナ船舶(外航および内航) コンテナ船減価償却費、船員費、船用用品費、潤滑油費、保険料、修繕費、燃料費、店費、固定資産税、利子、コンテナおよび運搬機器償却費、港湾経費(入出港経費、コンテナ荷役経費、施設経費)
- (2) 鉄道 走行経費・・・車両資本費、動力費、車両保守費、運転人件費、営業関係費
ターミナル費・・・荷役施設費、用地費、固定施設費、管理人件費
- (3) 自動車 走行経費・・・通路費、車両償却費、運転人件費、補修維持費、動力費
ターミナル費・・・臨海コンテナターミナル費、駐車場費
一般管理費・・・保険費、自動車税、管理費

2-1. 外航及び内航コンテナ船のみから成る輸送システムの経済性評価

今日、世界の航洋貨物輸送の過半がコンテナ船によって行なわれ、北米、欧州、豪州をはじめとする世界各地へのコンテナによる国際物流が定着した。しかし、コンテナ輸送発足当時のコストと現状のそれとを比較すると船員費は3倍、燃料費は10倍、対外為替レートの著変など全く予想しえなかった事態の変化をきたし、コンテナ船の船型、積高、速力等の計画にも必然的に変更をもたらした。

以下において、幹線及び支線にコンテナ船のみを使用した場合の経済性評価を行なうための数式モデルを示す。下記の記号を定義しておく。

- C: コンテナ船の船型(コンテナ個数) Ts: 1航海の航走日数
V: コンテナ船の船速(海里/日) Tp: 1航海の碇泊日数(コンテナ2M個/日を想定)
A+BC: 1日あたりコンテナ船・船費 K: 港間距離(海里)
D+EC: 1日あたりコンテナ船・航海費 N: コンテナ船寄港地の数
F+GC: 1日あたりコンテナ船・碇泊費 Q: 年間輸送需要(片道、コンテナ個数)
A, B, D, E, F, G: 費用係数(定数)

経済性の評価には数多くの方法があるが、本節の計算では運賃率としてコンテナ1個あたりの平均運賃の代わりに一定のコンテナ輸送需要Qを充たし、かつ一定期間にわたり船会社に固定費をふくむ全経費を償うだけのコンテナ輸送コストを算出する。即ち、幹線及び支線輸送のそれぞれに対して総コストは次式で表わしうる。

$$\text{年間支出} = ((A+BC)(Ts+Tp) + (D+EC)Ts + (F+GC)Tp)Q / C$$

従って幹線／支線方式と多数港寄港方式に対してコンテナ1個当たりコストは(1)と(2)式のようになる。ただし、C, V, Kは幹線、C', V', K'は支線に関する変数である。

$$T_1 = \frac{B+G}{M}C + \frac{A+F}{M} + (B+E)\left(\frac{K}{V} + NH\right) + \frac{A+D}{C}\left(\frac{K}{V} + NH\right) + \frac{B+G}{M}C' + \frac{A+F}{M} + (B+E)\left(\frac{K'}{V'} + 2H\right) + \frac{A+D}{C'}\left(\frac{K'}{V'} + 2H\right) \quad (1)$$

$$T_2 = \frac{B+G}{M}C + \frac{A+F}{M} + (B+E)\left(\frac{K+NK'}{V} + (N+2)H\right) + \frac{A+D}{C}\left(\frac{K+NK'}{V} + (N+2)H\right) \quad (2)$$

両コストの差を求めると(3)式が得られる。

$$T_2 - T_1 = (B+E)\left(\frac{NK'}{V} - \frac{K'}{V'}\right) + (A+D)\left(\frac{NK'}{CV} - \frac{K'}{C'V'} + \frac{2H}{C} - \frac{2H}{C'}\right) - \frac{B+G}{M}C' - \frac{A+F}{M} \quad (3)$$

または、

$$T_2 - T_1 = \left[\frac{NK'}{CV} (A+CB+D+CE) + 2H\frac{A+D}{C} \right] - \left[\frac{K'}{C'V'} (A+BC'+D+C'E) + \frac{A+BC'+F+GC'}{M} + 2H\frac{A+D}{C'} \right] \quad (4)$$

上式の第一項は幹線コンテナ船によるコンテナ1個当たり支線輸送費を表わし、第2項は支線コンテナ船によるコンテナ1個あたりの支線輸送費を示す。(3)式によって表わされるコスト差から $V > V'$, $C > C'$, $K > K'$ であることに注意すれば次の関係がえられる。

- (1) V' , M , N が大きいほど、コンテナ1個あたりのコストから見て幹線／支線方式に有利に働く。
- (2) C , V , H が大きいほど、コンテナ1個あたりの輸送コストから見て幹線／支線方式に不利に働く。

この関係は、他の変数は一定にして1変数のみを変化させるという前提の下に成立する。このことは上記の諸係数によるコスト差 $T_2 - T_1$ の偏微分係数が常に正または負になることから確かめられる。しかし、例えば V が増大すると C 自体も増大するのでコンテナ1個あたり運賃は安くなるかどうかは判らない。船舶の主要な設計要素をきめるために原理的には(3)式を C と V による偏導関数を0とおいて、連立方程式を解けばよい。しかし、残りの多数の変数の種々の組み合わせに対してそれぞれ連立方程式を解かなければならないので、パラメトリックな数値解析を通して船の船型 C や速力 V の、輸送距離 K や寄港地の数 N への依存度から最適値の組み合わせの決定を試みたが、(3)式に現われる係数の組み合わせに対して極めて不安定な結果となった。また、船費、航海費等が船型のみの関数とする仮定にもまだ検討の余地があるので、以下に述べる詳細計算により、上記の議論からは明確にならなかった C' , K' による輸送方式の感度比較を行なうことにする。

2-2 外航コンテナ船の最適化計算

現在の日本～北米西岸航路の代表的な船型は800～1200TEU積みであるが、これらのコンテナ船隊もコンテナ輸送に従事して以来14年を経て船自体が経済的に陳腐化してきている。即ち、冷凍コンテナと40フィートコンテナのスペース不足、近年の省燃費型に改良された主機関に比して相対的な性能低下などにより、配船される航路に適した船舶の諸性能・諸元を検討する必要がある。しかも本計算の対象とする幹線コンテナ船は、単らせん推進のふつうの船型で、計算の範囲はディーゼルについて船の大きさをTEU換算のコンテナ積載個数で800個から2400個まで、船速を16ノットから24ノットまでとした。

上記のような諸段階を経て大きさ、速度、方形肥瘦係数および主機の種類がそれぞれ異なる数多くのコンテナ船について相対的メリットを比較することができる。コンテナ船の経済性は概してコンテナ積載個数が大きくなるほど高くなる。最も経済性の高い

	コンテナ積載個数	最適速力
外航コンテナ船の速力の組み合わせは右のようになった。一例として1500積み、22ノットの場合、	800	21ノット
一航海当たり資本費と運航費の総計は65,900万円となる。荷役費は別途に考察する。	1500	22ノット
	1800	26ノット

2-3 支線輸送方式の経済性評価

国際コンテナ輸送の目的の1つはドアツードアの物流コストの低減であるが、現在のところ国内におけるコンテナのフィーダー・サービス(支線輸送)はほとんどを陸上輸送に依存している。しかし、コンテナ化の定着とともに、最近コンテナによる国際間の複合一貫輸送への取り組みの進展が著しく、こうしたサービスの増加に伴ってフェリーや内航船を利用する支線輸送が増えてきた。

現在コンテナ船が寄港している港湾の背後地の輸送需要を調べるとき、トラック以外の他の輸送機関による大量輸送に代替される余地が依然として存在している。このため、たとえば近年、外航コンテナ船会社が利用している国内の支線輸送網は次第に拡大しつつある。これらのうち阪神／北九州、阪神／広島、阪神／防府、神戸／名古屋、神戸／博多には在来船によるコンテナ輸送、またフェリー航路が利用できる航路では無人車航走が利用される。神戸／広島間にはタグ・バージ方式の輸送も行なわれるといったように多様化した輸送方式が利用されている。

本節はコンテナ国内輸送に関する内航輸送のコスト分析を試みる。コスト比較の対象とする輸送方式はフェリー輸送、内航船、内航RO／RO船、タグ・バージ方式の4形式である。これらの輸送方式による輸送パターンは表1のように設定し、コスト分析を行なうことにする。

表1 各種輸送機関の設定輸送パターン

1. 自動車による陸送 (発地)・・・トラクター・シャーシー・・・(着地)
2. 鉄道の利用 (発地)・・・自動車・・・(コンテナ駅・積み込み)・・・コンテナ専用列車・・・(コンテナ駅・取卸し)・・・自動車・・・(着地)

3. 内航コンテナ船の利用 (発地)・・・自動車・・・(内貿埠頭・積荷役)・・・内航コンテナ船・・・(内貿埠頭・揚荷役)・・・自動車・・・(着地)
4. 内航RORO船の利用 (発地)・・・自動車・・・(内貿埠頭・積荷役)・・・内航コンテナ船・・・(内貿埠頭・揚荷役)・・・自動車・・・(着地)
5. フェリーの利用 (発地)・・・自動車・・・(フェリー埠頭・積荷役)・・・フェリー無人航走・・・(フェリー埠頭・揚荷役)・・・自動車・・・(着地)

この輸送パターンのもとに、必要となるコストは機能別にリンク・コスト(通路及び運行にかかわるコスト)とノード・コスト(ターミナルにかかわるコスト)とに大別される。これらのコストは 先に掲げた費目で構成されるが、算定式は紙面の都合で省略する。なお、ノードコストのうち上記の内航船が利用する公共埠頭については政策料金であるため必ずしも原価を反映していないこともあり、現行料金をそのまま利用することにする。また各輸送機関別に求めたリンク及びノードコストの価格年次は55年価格に統一した。

3. コンテナ船の配船計画

コンテナ船の輸送能力は一航路に就航するコンテナ船隊の輸送の生産性で測られるので、ここでは(a) 船の隻数、(b) 個々の船舶のコンテナ最大積載個数、(c) 船の航海速力、(d) 港内停泊日数、(e) 船舶の稼働日数の要因できまるものとする。例えば19-21ノットの船なら5隻、21-24ノットなら4隻、30-32ノットなら3隻が配船されることになり、与えられた航路における船型と速力の上下限の開きが生じているものと思われる。

コンテナ船の運航は、例えば日本諸港と北米西岸諸港の間であらかじめ定められた航路を航海する何隻かのコンテナ船隊によって行なわれる。そのさいに、船会社は予定された到着時刻に合わせて、船のスペースに対する高い需要が確保できるような寄港順序を選ぶように努める。昭和53年10月の1箇月間に、外貿埠頭公団が実施した調査資料に基づきコンテナ航路として日本のコンテナ港8港と北米諸港間のコンテナ貨物輸送を考察の対象とする。ある航路におけるコンテナ船隊を構成するコンテナ船の速力とコンテナ最大積載量の種々の組み合わせに対してコンテナ母船の輸送費の算出が可能となる。

各港の背後地から流入する貨物量は季節変動や年ごとの増減もあるが、各港における需要が与えられているときにそのルートの需要を満たす寄港順序と投入隻数を求める問題は不可欠であると考えられるので、以下においてその定式化といくつかのケースに対する最適解に基づく考察を行なう。日本諸港と北米西岸諸港におけるコンテナ貨物の出入に関する情報が、過去のコンテナ輸送実績として入手できるならばシミュレーションあるいは最適化技法によって望ましい配船計画案を見出すことができる。

日本と北米西岸(P.S.W)の諸港の、一定期間の港間輸送需要に対して、一定隻数のコンテナ船を配船するものとする。一定の積載容量を持つコンテナ船が、一定の寄港順路に従って寄港してコンテナ貨物を積卸していくことを想定する。このとき上記のような定式化により供給される船腹が輸送需要を充たすかどうかを判定することができる。

(A) 各港で船積みされるコンテナの個数はその地での入手可能な貨物量(コンテナ個数で表わす)を越えない。

$$X(i, j) \leq W(i, j) \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

ここで、 $X(i, j)$: 港*i*で船積みされ、*j*に仕向けられるコンテナ個数

$W(i, j)$: 一定の配船間隔中に*i*港の背後地で発生する*j*港宛て貨物

(B) 各港での積載個数の制約

$$[\text{輸送途上のコンテナ個数}] - [\text{当該港で荷卸しされるコンテナ個数}] + [\text{当該港で船積みされるコンテナ個数}] \leq V$$

$$\sum A(i, j) X(i, j) \leq V \quad (\text{すべての港で})$$

ここで、 V : コンテナ船の最大積載個数

$A(i, j) = 1$: コンテナが港 i から港 j に運ばれる途上にあるか、当該港で船積みされるとき

$A(i, j) = 0$: 該当する貨物がないとき。

(C) 目的関数として一定期間のコンテナ輸送個数最大を採る。すなわち、

$$\text{maximize } \sum X(i,j)$$

コンテナ船の配船はきわめて規則正しく、1隻のコンテナ船の最大積載個数を与えれば碇泊日数の合計は大略一定と考えられるので、一航海の寄港回数がきまれば一巡航海日数もほぼ一致しているに含まれる支出はコンテナの積載個数とほとんど関係なく一定額として与えられるから、コンテナ輸送個数を最大化すれば足りる。

図1～2は以上の定式化によって6港、4港、2港の寄港モデルを解いたものの1部である。図1ではコンテナ船7隻を投入すれば港間輸送需要のすべてを輸送しうる。図2の4港モデルでは同じく7隻、また2港モデルでは6隻で足りる。図1では、日本で4港、北米西岸で2港という単純な港の組み合わせにかかわらず、寄港順路に応じて各港のコンテナ取扱量(本数)が変動する。図1のモデル1の寄港順路に対しては、横浜、パンクーパーから出荷されるコンテナ貨物の全量と神戸、名古屋からシアトル向けの貨物の約半分を輸送しているがモデル3のルートでは神戸港からの出荷分を東京に吸収されてしまっている。図2のモデル5と7はそれぞれ上記と同様にして作成した4港寄港の場合の配船巡路に対する港間コンテナ輸送の最適解を示す。この場合、輸送需要は往航の方が4432個(月間)で復航の1.6倍強あるが、2000個積みのコンテナ船2隻を、2週1便で就航させると、 $4432 - 4000 = 432$ 個の積み残しを少なくとも生じることになる。表では神戸積みのコンテナのみにそれだけの積み残しを生じていることが判る。また逆に、復航貨物が少ないために米国諸港でコンテナの積載率が悪い。配船巡路として4路のうちどれが優れているとも言えないが、図みに現行の配船ではモデル1が採られている。図には掲げていないが2港間シアトル輸送の場合も、往航のコンテナ数が復航の約1.4倍と多いが2250個積みのコンテナ船4隻をほぼ週1便の割合で就航させると輸送需要に応えることができる。

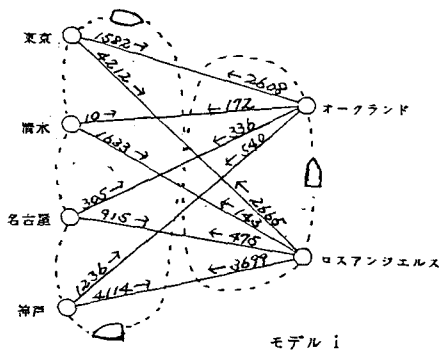
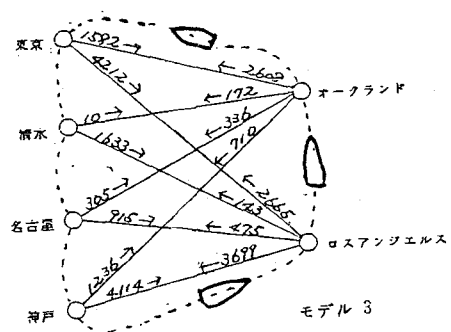


図1 北米西岸(P S W)航路の寄港順路とコンテナ輸送個数



(6 港寄港の場合の 4 種のモデル)

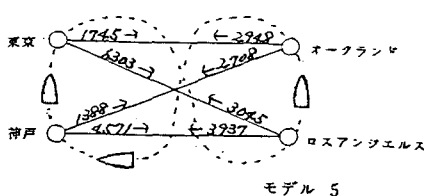
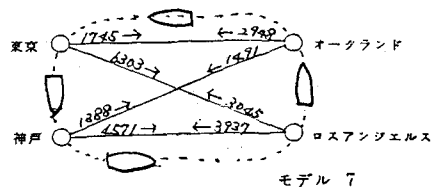


図2. 北米西岸(PSW)航路の寄港順路とコンテナ輸送個数



(4 港寄港の場合の4種のモデル)

4. コンテナ輸送システムの最適化事例

本節では、わが国を中心とする外貿コンテナ航路のうち、代表的な航路である日本～北米西岸 (PSW) を対象とする国際物流システムの最適化、即ち幹線／支線輸送方式と多数港寄港方式の比較を行なう。図

3は前者の方式におけるいくつかの代替案の比較評価のための流れ図である。北米西岸航路のコンテナ港 (フィーダーサービス扱いの港としてではなく本船寄港の港) は東京、清水、名古屋、神戸と北米のロスアンジェルス (LA)、オークランド (OL) の6港である。日本

国内の支線輸送を考察するさいに PSW 航路のコンテナ貨物だけでは輸送規模の面で輸送機関の効率的な利用が期待できないときには、他の外貿コンテナ航路の国内支

線輸送を必要に応じて考慮に入れることにする。実績にもとづく分析に対しては、昭和53年10月の1箇月間に外貿埠頭公団が実施した調査を利用する。このデータは上記の諸港間のコンテナ貨物の輸出入トン数のみを示している、同年のこの航路におけるコンテナ1個当りの平均積載トン数 (輸出入別) で除してコンテナ個数で表わした港間輸送需要を求めた。この輸送実績を1箇月の平均輸送需要量とみなし、これに対して日本～北米西岸航路の代表的な船型 (800TEU, 1500TEU, 1800TEU) の3種と、さらに大型の2500TEUの計4種のコンテナ船を充てる。コンテナ船の運航は日米の諸港をあらかじめ定められた寄港順路に従って配船されるコンテナ船隊によって

行われる。現行の配船は東京、清水、名古屋、神戸と北米のロスアンジェルス (LA)、オークランド (OL) の順に寄港する6港航路であるが、配船の変更によって次の4つの寄港地の組合せの代替案を考える。

モデル (a) 現行 (6港寄港)

(b) 東京、神戸、LA、OL (4港寄港)

(c) 名古屋、LA (2港寄港)

(d) 東京、清水、名古屋、神戸、門司、LA、OL (7港寄港)

日本～北米西岸 (PNW) のコンテナ航路の代表的なルートと順路に対して、前節で示した線形計画問題をこの航路に局限して、日本の4港と、米国の2港の輸送実績に基づく最適化計算を行なう。

図3. 支線輸送の代替案評価の考え方

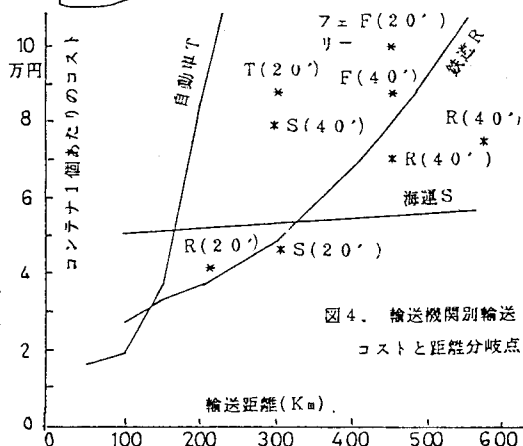
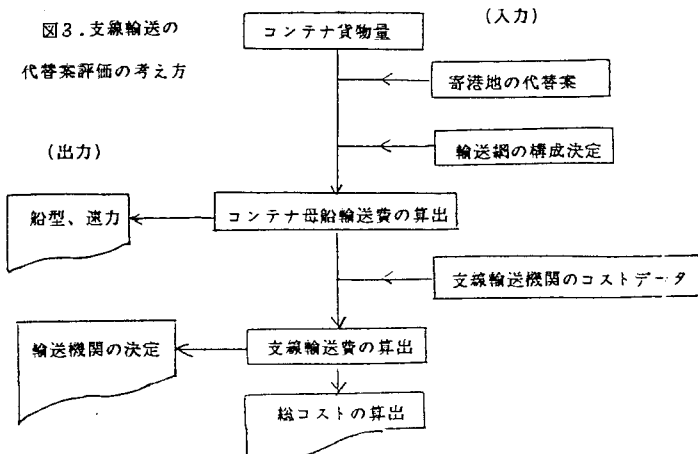


図4. 輸送機関別輸送コストと距離分岐点

表3. 支線輸送に選好される輸送機関

モデル(B)の例		(本船の寄港は○印のみ)							
T:トラック		R:鉄道		S:海運					
発着	着	横浜	清水	名古屋	大阪	神戸	広島	門司	
東京	—	T	R	S	—	—	—	—	—
横浜	R	—	—	—	—	—	—	—	—
清水	R	—	—	—	—	—	—	—	—
名古屋	S	—	—	—	—	R	—	—	—
大阪	—	—	—	—	—	T	—	—	—
神戸	—	—	—	R	T	—	S	S	—
広島	—	—	—	—	—	S	—	—	—
門司	—	—	—	—	—	S	—	—	—

表4. コンテナ輸送システムのコスト
(1977年の1箇月の推計、単位: 億円)

モデル	(A)	(B)	(C)	(D)
幹線	17.6	17.0	15.9	18.0
支線	1.5	3.1	10.0	1.4
合計	19.1	20.1	25.9	19.4

国内支線輸送の各種輸送方式のコスト分析モデルを用いて計算した支線輸送の距離分岐点のグラフは図4に掲げるとおりである。

横軸は端末輸送を含んだコンテナ1個当りの支線輸送費を示す。但し、荷主側の端末輸送は含めないで支線と幹線を接続する端末輸送であることは既述した。図4によれば、自動車輸送は120km未満で、鉄道輸送は120~320 Kmの間で、さらに内航船輸送は320Kmを超える距離帯で選好されることが知れる。なお、内航船のうち、内航 RORO船とフェリー利用のコストは常に内航コンテナ船のそれより§2.2で扱ったモデルではコスト高となったので図には示していない。計算値は昭和51年の推計があるが、図上にプロットした各点は昭和55年の各輸送機関の実勢運賃を参考のために示している。この支線輸送の距離分岐点を用いることにより、支線輸送距離に応じて表3に掲げるように支線輸送区間別に異なる輸送機関が選ばれることが示される。この例では東京と神戸の2港のみに幹線コンテナ船が寄港しているために、国内の残りの5港がフィーダーサービス港となっている場合を示している。このようにして外航及び内航コンテナ船、鉄道、自動車の各々の費用の積み上げによる各代替案の総費用を算出すれば表4のようになる。表から寄港数が減少すると支線輸送費は敏感に増大し、一方コンテナ母船の費用はさほど減少しない。総コストでは本船寄港を多くする現行方式が有利であるという結果がえられた。しかし、門司港への寄港を加えて7港寄港とすることは若干コスト高となることが判った。しかし、九州地方でのコンテナ貨物が昭和55年において前年比28%の割合で増大しつつあることを考えると、近い将来、門司港への寄港が有利となる可能性がある。

5. 結 論

本研究は国際コンテナ輸送において、合理的な輸送システムを構築するためのシステムズ・アプローチを試みたものである。即ち、コンテナ船による幹線輸送に関しては線形計画法による最適計画モデル、システムの代替案比較のためのコスト方程式による感度分析などを提案するものである。若干の事例研究から次の諸点が指摘される：(1) 現行のコンテナ輸送において海運同盟による指定港をどの港にするかという問題を別にしてもコンテナ船の配船の基本方針としての多数港寄港方式と幹線/支線輸送方式のいずれを現実採用するかは未だ検討の余地がある。この研究においてはコスト面から見て寄港地を多くする今日の傾向を支持する結果が得られた。コンテナ流動は必ずしも生産地や消費地に近い港で行われる訳ではなく資本集約・機能集約的であるが故に単純な経済原則に従わない複雑な動きを示す。しかし大都市への各種機能の過度の集中と錯綜輸送の簡素化のためにコンテナ港を地方分散させることが有益であるように思われる。(2) コストを表現する比較的簡単な方程式を導くことができたが、各種パラメータに対する感度が非常にクリティカルな状態であることが分かった。従って微妙な代替案の比較に耐えうるものとするためには改良すべき点も多い。(3) 支線輸送のための輸送機関は内航コンテナ船が300Km以上で有利と言えるが、現実には業界でも海上フィーダーの取り組みが近年、顕著であることもその有利さを説明している。今後に残された課題は、季節変動を含む貨物量の変化とこれに伴うコンテナ母船の抜港の可能性、コスト項目のうちターミナル・コストの推計誤差が判定に及ばず効果などを改良することにより、任意のコンテナ航路へ適用を広げることである。

参考文献

- (1) E.D.Edmonds,R.P.Maggs: Container Ship Turnaround Times at UK Ports, Maritime Policy and Management no.4, 1976, pp.3-19.
- (2) J. Kuvas: Transport Capacity and Economics of Container Ships from a production TheoryPoint of View, Naval Architect, no.2, April 1975, pp.107-117.
- (3) 阪神外貿埠頭公団・計画部: 外貿をとりまく港の環境, 昭和56年3月.