

港湾背後圏における空コンテナの輸送問題

柴崎隆一
SHIBASAKI, Ryuichi

国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部研究官

1—はじめに—空コンテナの輸送問題とは—

国際海上コンテナ輸送において、空コンテナの回送・保管（両者を含めて本稿では空コンテナの「輸送」と表現する）は、1960年代にコンテナ輸送という輸送形態が出現した当時の課題である。コンテナ輸送という輸送形態の出現は、海上輸送や港湾荷役の規格化・効率化をもたらし、その結果輸送費用が大幅に低下することによって、その後の国際貿易の発展の一翼を担ったともいえる。一方で、コンテナの導入は、空コンテナの回送・保管という課題を新たに生むこととなり、その輸送は、利益をもたらさないどころか、余分な費用が発生することから、これを引き受けなくてはならない外航船社や陸運業者にとって、空コンテナ輸送の効率化は常に大きな課題となっている。

近年では、国際貿易の世界的な発展、特に中国をはじめとする東アジア地域から欧米への輸出貨物が激増するのに伴い、貨物のインバランス（いわゆる「片荷輸送」の状態）が生じ、空コンテナがますます発生しやすい状況となっている。溢れかえる空コンテナの置場（コンテナ・デポ、またはバンブールともよばれる）に困るコンテナ・ターミナルが続出し、ターミナル内の荷役や周囲の交通にも影響を与えている。また、たとえばわが国についてみても、特に輸入貨物において、東京湾における東京港や大阪湾における大阪港のように、より消費地に近い港で陸揚げされる傾向が強まっている。このため、このような港では輸入超過となり、空コンテナが増加して、その置場の確保や湾内周辺他港への回送といった課題がクローズアップされている。

このような状況下において、空コンテナの回送・保管問題を取り上げた研究は、Crainic et al. (1993)¹⁾やImai and Rivera (2001)²⁾を代表例として、内外を問わず以前から比較的多く見ることができる。ただし、これらの研究のほとんどは、外航船社の立場から空コンテナの回送・保管コストの最小化問題を定式化するなど、海上輸送における空コンテナの問題を取り扱ったものであり、以降で述べる港湾背後輸送における回送・保管問題については捨象されているものが多い。

2—港湾背後圏における空コンテナ輸送の効率化

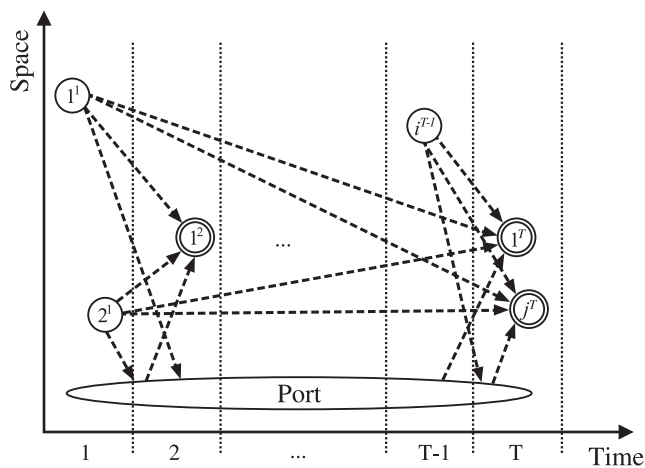
空コンテナの輸送が問題となるのは、外航コンテナ船の空きスペースを利用した海上輸送や、輸出入バランスの崩れた隣接港湾間の陸送等による回送だけにとどまらず、ターミナル（港湾）と目的地の間の輸送（いわゆる「背後輸送」）にも当てはまる。多くの場合、国際海上コンテナの背後輸送は、輸入貨物と輸出貨物の需要地が偏在していることから、行きか帰りのどちらかが空コンテナの回送やシャーシのみの走行となる。特に、わが国をはじめ、国際海上コンテナで国内貨物を輸送することができないとされている国では、なおさらその傾向がある。空コンテナ回送車両やシャーシのみ車両の増加は、輸送業者の輸送コストを増加させるととどまらず、環境負荷の増大や特に港湾周辺での交通渋滞などの外部効果をもたらす。そこで、目的地となることの多い内陸地域周辺にインランド・デポを設置し、空コンテナやシャーシを一時的に蔵置して輸出需要と輸入需要のマッチングを図る等により、輸送コストや車両走行距離の削減を図る動きが広まっている。

たとえば、韓国では、全国の輸出貨物の8割以上を取り扱う釜山港と、韓国経済の半分以上を生み出すソウルとその周辺地域が400km以上はなれているため、ソウル郊外の議旺(Uiwang)に、トラック145万TEU、鉄道48万TEU(2004年実績)というわが国の中枢港湾1港分なみのコンテナを取り扱う大規模なインランド・デポが設置されている。また、わが国でも、韓国等とは環境が異なることから、取扱規模は年間数千TEUにとどまるものの、群馬県太田市などいくつかの箇所、インランド・デポの機能を持つターミナルが運営されているのに加え、最近では、国土交通省の各地方整備局でもインランド・デポの整備等に力を入れるようになってきた。

そこで、インランド・デポの利用による空コンテナ輸送の削減効果を試算したJula et al. (2006)³⁾の論文（以下J論文とする）を以下で紹介したい。

J論文は、米国ロサンゼルス・ロングビーチ港の背後地域(12の消費地、8つの発生地、2つのインランド・デポ、1つのコン

テナ・ターミナル)を対象に,コンテナの需要を所与とした場合に,デポの利用有無による空コンテナ輸送量の変化をシミュレーション計算したものである.目的関数は,全コンテナの総費用(陸送費用+空コンテナ保管費用)最小化であり,対象期間は1日で,下図に示すようなtime windowを1時間とした動的シミュレーションを行っているところが特徴的である.このような細かい時間単位の動的シミュレーションは,Olivo et al.(2005)⁴⁾などにもみられる最近の空コンテナ輸送問題解決の傾向(Olivo et alではインランド・デポは考慮されておらず,港湾同士の空コンテナの融通を解いている)であり,ORのテクニックとして決して特に目新しいものではないが,この分野においてもようやく実装段階に入ったといえるだろう.



■図一1 J論文における空コンテナ輸送の時空間ネットワーク(一重丸が発ノード(空コン供給者),二重丸が着ノード(空コン需要者))

このように構築されたシミュレーション・モデルに対し,コンテナ需要,旅行速度,空コンテナの保管費用に掛かるパラメータ(α :単位保管時間あたりの費用)などを変化させ,計算結果を比較しており,その結果,①需要の多寡に関わらず,インランド・デポの利用により,輸送コストやトリップ数を減少させることができ(特に港湾周辺のトリップ数は半数以下にまで減少する),その減少率は需要量にあまり依存しないこと,②旅行速度が増加するほど,インランド・デポ利用のメリットが大きい(陸送コストやトリップ数削減の効果が大きい)こと,③空コンテナの保管費用が小さいほど,インランド・デポの利用効果が大きいこと,④①~③のうち③の保管費用の大きさがインランド・デポの利用度に最も大きく影響すること,などを明らかにしている.このうち,結論③・④は極めて妥当な結果であり,構築したシミュレーション・モデルの妥当性を傍証しているともいえる.また,①・②については,ネットワークの状況によっては得られる結果が異なる可能性があるものと考えられる.

J論文においては,①空コンテナ輸送問題を取り扱うにあたり,最も本質的かつ議論の余地の多いと考えられる,空コンテナの保管にともなう追加費用をどう捉えるかという点を,仮想的なパラメータを与え感度分析を行うことで回避していること,また②対象期間が1日と短く,またその割には1日の中で需要や旅行速度を一定と仮定していること(実際はコンテナ需要も一般の交通需要も朝・夕に集中する),など課題もいろいろと残されている.しかしながら,論文で扱われている内容は,わが国にとっても大変重要かつタイムリーな問題であるため,本稿で紹介させていただいた.

Olivo et al.⁴⁾によれば,空コンテナのマネジメント問題は,Crainic and Laporte(1997)⁵⁾の考えに基づき以下の3段階に分類される.すなわち,①(インランド・デポ等の)施設配置やフリートサイズ,ネットワークのデザイン等長期的な意思決定を評価するための戦略(Strategic)モデル,②現在や将来の需要を満たすための空コンテナの合理的な分配方法と,現在の決定が将来に与えるインパクトを評価する戦術(Tactical)モデル,および③時々刻々変化する顧客ニーズに応えるため,コンテナの輸送手段や経路をリアルタイムで決定する運用(Operational)モデル,である.本稿で紹介したJ論文は,当然レベル③に属するものであるが,わが国が現在直面する状況を鑑みると,港湾背後圏における空コンテナの輸送問題についても,J論文のようなレベル③のモデルだけでなく,レベル①・②(特にレベル①)のモデルの開発も重要となるだろう.しかしながら,これらのレベルのモデルを開発する際にも,インランド・デポ等の設置による輸出貨物と輸入貨物のマッチング等の効果をいかに考慮できるかがポイントとなると思われるので,J論文のような時空間ネットワーク上でのシミュレーション・モデルが参考となるだろう.その際,たとえば,インランド・デポ配置計画にJ論文のモデルを適用するためには,①対象期間およびタイムスパンをどのように設定するか,②デポ配置問題の扱い方(シナリオとして扱うのが最も簡便と思われる),③対象地域の拡大,などが検討課題となり,モデルおよび計算アルゴリズムの効率化・簡略化が最大の焦点となるものと思われる.

参考文献

- 1) T. G. Crainic, M. Gendreau, and P. Dejax: Dynamic and Stochastic Models for the Allocation of Empty Containers, *Operations Research*, 41, pp.102-126, 1993.
- 2) A. Imai and F. Rivera: Strategic Fleet Size Planning for Maritime Refrigerated Containers. *Maritime Policy Management*, 28 (4), pp.361-374,2001.
- 3) H. Jula, A. Chassiakos, and P. Ioannou: Port Dynamic Empty Container Use, *Transportation Research Part E*, 42, pp.43-60, 2006.
- 4) A. Olivo, P. Zuddas, M. D. Francesco, and A. Manca: An Operational Model for Empty Container Management, *Maritime Economics & Logistics*, 7, pp.199-222, 2005.
- 5) T. G. Crainic and G. Laporte: Planning Models for Freight Transportation, *European Journal of Operational Research*, 97, pp.409-438, 1997.