

空コンテナ輸送の効率化を目指した内陸部デポの設置効果の分析*

Analysis of Effects of Inland Depot on Efficient Domestic Transportation for Empty Containers

秋田直也**、小谷通泰***

Naoya AKITA and Michiyasu ODANI

1. はじめに

外貿コンテナ貨物の国内端末輸送における空コンテナの返却および調達は、そのほとんどがコンテナターミナルに併設された埠頭地区内のバンプールで行われている。ここでは、空コンテナの在庫管理や清掃、点検、メンテナンスなどが施されるとともに、運送義務の境界やコンテナに起因した貨物ダメージに対するリスク負担の明確化が図られる。この結果、輸入コンテナの荷受け施設で空となったコンテナを、直接、輸出コンテナの出荷施設へ輸送することは行われず、図-1に示すように、半分が空コンテナの輸送で構成される埠頭地域を起終点としたコンテナ単位でのラウンド輸送が形成されている。

一方、従来、外貿貨物のコンテナ詰めまたは取り出し作業のほとんどは、埠頭地区内に立地する海貨倉庫や一般倉庫といった施設で行われてきた。しかし近年、国内物流コストの削減を図るため、これら作業を埠頭地区外に立地する工場や営業倉庫、物流センターなど（以下、後背地施設とよぶ）で行う割合が増加してきている¹⁾。こうした輸送形態の変化は、都市域内における外貿コンテナを輸送するトラック（以下、トラックとよぶ）の走行量の増大をもたらすことから、現在、トラック走行量の半分を占めている空コンテナの輸送を、都市域内において如何に縮減していくかを検討することが必要であるといえる。

そこで本研究では、空コンテナの転用が可能となる機能を持たせたコンテナ仮置きデポを内陸部に設置した場合（以下、内陸部デポとよぶ）の効果を、

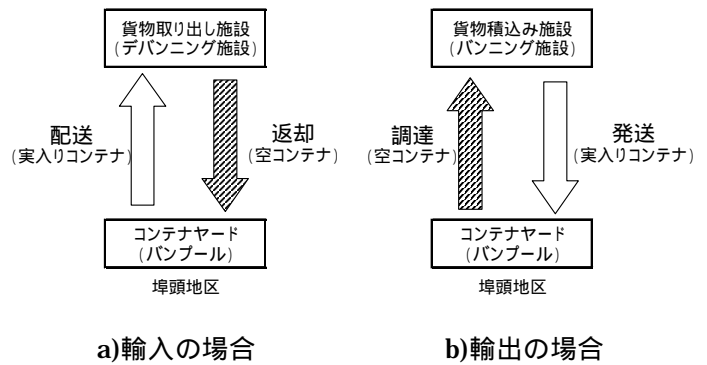


図-1 現在の輸送方法

定量的に把握することを目的とする。具体的には、内陸部デポの設置効果を定量的に予測評価可能なシステムを構築した上で、後背地施設と港湾間におけるコンテナのOD流動量データをもとに、神戸・大阪港における内陸部デポの設置効果を予測し、内陸部デポの有効性と設置する上での課題を示す。

2. 本研究で使用した調査結果の概要

本研究では、神戸・大阪港を拠点とする269事業所が保有する3,021台の外貿コンテナ輸送トラックを対象とした走行実態調査結果²⁾を用いる。本調査は、ドライバーに対し、平成12年10月16日(月)から20日(金)までの5日間におけるトラックに乗車してから降りるまでの1日の移動を、トリップ順に記入してもらったもので、総配布枚数15,105枚(3,021台×5日)に対し、5,298台分(回収率:35.1%)の調査票が回収できた。このうち、本研究では、平成12年10月18日(水)における1,053台による5,159トリップ/日から、20または40フィートドライコンテナが発着し、かつ所在地が特定できた後背地施設209施設を抽出した上で、神戸・大阪港とこれら後背地施設間におけるコンテナOD流動量データを作成し、分析データとして用いた。なお、後背地施設におけるコンテナの搬出入個数については、実入りコンテナトリップで捉え、後背地施設から実

*キーワード：空コンテナ輸送、内陸部デポ、設置効果、整数計画問題

** 正会員 商船修 神戸大学海事科学部 助手

*** 正会員 工 博 神戸大学大学院 教授

(〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1、

TEL/FAX : 078-431-6257)

入りコンテナを搬出している場合は輸出、反対に後背地施設へ実入りコンテナを搬入している場合は輸入として判断した。

分析対象とする後背地施設の属性についてみると、施設の種類の種類では、「営業・一般倉庫」が55%、「工場」が45%と若干ではあるが倉庫の方が多い。施設の所在地では、「大阪府」が53%と半数以上を占め、次いで「兵庫県」の26%となっている。また、中国・四国地方や中部・北陸地方にも後背地施設の立地がみられる。さらに図-2に示すように、後背地施設は、臨海部周辺だけでなく、東大阪市周辺や茨木・摂津市周辺地域をはじめ高速道路に沿った内陸部にまで立地していることがわかる。

3. 想定する内陸部デポの概要

空コンテナ輸送の縮減方法としては、輸入施設で空となったコンテナを、直接、空コンテナが必要な輸出施設へ輸送する方法が考えられる。しかしながら、先述したとおり、こうした輸送方法は空となったコンテナの清掃や保守点検ができない上、コンテナに起因する貨物ダメージが生じた際のリスク負担が不明確となるといった種々の問題から実現することは困難である。そこで本研究では、輸入施設で空となったコンテナを輸出施設で利用できるようにするための機能をもつデポを内陸部に設置し（以下、内陸部デポとよぶ）図-3に示すような内陸部デポを経由させた空コンテナ輸送を想定する。なお、内陸部デポを想定する上での前提条件として以下のことを仮定した。

船社間においてコンテナは共同利用されているものとする。（コンテナの仕様が船社ごとに異なっているなどの問題から、現時点では船社間でコンテナを共同利用することは困難となっている。）

輸入施設から内陸部デポへ輸送される空コンテナ個数と、内陸部デポから輸出施設に輸送される空コンテナの個数は等しく、内陸部デポでは空コンテナの滞留は生じないものとする。（現実には、空コンテナがデポに到着した後、清掃や点検作業が行われることから、その日のうちに空コンテナを転用することは難しく、内陸部デポ内において数日間の滞留が生じる。このことから、空コンテナをマッチングする際には、輸出による空コンテナの流動は、空コン

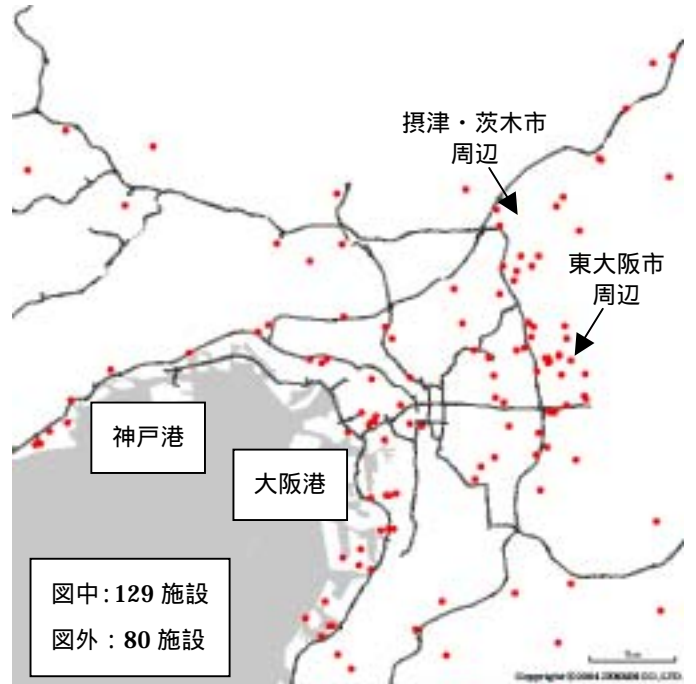


図-2 後背地施設の分布(神戸・大阪港付近拡大図)

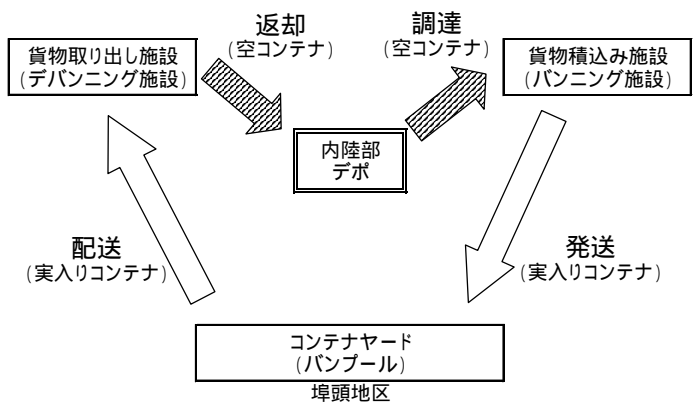


図-3 想定する内陸部デポを用いた輸送

テナの転用が可能となる日数分先のものを用いる必要があるが、本研究ではデータの制約上、同日のものを用いている。）

コンテナターミナルおよび後背地施設へのコンテナの搬入時刻の指定はないものとする。（現実には、コンテナターミナルにおけるゲートの開閉時間や後背地施設へのコンテナの搬入時間の指定により、内陸部デポへのトラックの到着時刻によっては、マッチングされた空コンテナをトラック1台で輸送することが困難な場合が生じることから、今後これらを考慮すべきであるといえる。）

内陸部デポのオペレーターならびにトラックの運行は1社のみで行っており、トラック台数の制約はないものとする。また、トラックは有料道路も含めた最短ルートを走行するものとする。

4 . 内陸部デポ設置効果の予測・評価手順

本研究では、以下の手順で、内陸部デポ設置による空コンテナ輸送の縮減効果を予測・評価する。

Step1：後背地施設の分布を考慮しながら、内陸部デポの設置候補地を設定する。

Step2：目的関数として空コンテナの総輸送距離を設定し、これを最小化する整数計画問題として空コンテナの配分を行う。具体的には、なお目的関数は、以下のように設定し、最小化計算にはシンプレックス法を用いた。

$$\text{Minimize} \{ \sum_k (ILPki \times INPki + ILDKi \times INDki) + \sum_j (ELPkj \times ENPkj + ELDKj \times ENDkj) \}$$

Subject to

$$\sum_k (INDki - ENDkj) = 0$$

$$INki = INPki + INDki$$

$$ENkj = ENPkj + ENDkj$$

ここで、

k ：港湾数、 i, j ：後背地施設数

$ILPki$ ：輸入後背地施設 i と港湾 k との距離

$ILDKi$ ：輸入後背地施設 i と内陸部デポとの距離

$INki$ ：輸入後背地施設 i における港湾 k の輸入コンテナ取扱い個数

$INPki$ ：輸入後背地施設 i における港湾 k の取扱い輸入コンテナのうち港湾と後背地施設間で輸送される個数

$INDki$ ：輸入後背地施設 i における港湾 k の取扱い輸入コンテナのうち内陸部デポと後背地施設間で輸送される個数

$ELPkj$ ：輸出後背地施設 j と港湾 k との距離

$ELDKj$ ：輸出後背地施設 j と内陸部デポとの距離

$ENkj$ ：輸出後背地施設 j における港湾 k の輸出コンテナ取扱い個数

$ENPkj$ ：輸出後背地施設 j における港湾 k の取扱い輸出コンテナのうち港湾と後背地施設間で輸送される個数

$ENDkj$ ：輸出後背地施設 j における港湾 k の取扱い輸出コンテナのうち内陸部デポと後背地施設間で輸送される個数

Step3：空コンテナの配分結果を用いて、以下の5つの設置効果指標値を算出する。

「空コンテナの総輸送距離」

内陸部デポの設置により、空コンテナの総輸送距離は減少すると予測されることから、トラック事業者の評価指標として設定する。

「内陸部デポの利用コンテナ個数」

内陸部デポがどの程度利用されるかを示すデポ運営者の評価指標として設定する。

「港湾における空コンテナの過不足個数」

内陸部デポの設置により、輸出と輸入のコンテナ個数の差異から生じる港湾での空コンテナの過不足個数が変化すると考えられることから、船社の評価指標として設定する。

「神戸・大阪港におけるトラックの出入り台数」

内陸部デポの設置により、従来の港湾を起終点とするラウンド輸送が減少すると予測されることから、港湾周辺的环境改善指標として設定する。

「阪神高速1号環状線を利用するトラック台数」

内陸部デポの設置により、都心部を横切るトラック台数が変化すると予測できることから、都心的环境改善指標として設定する。

5 . 内陸部デポ設置効果の予測

ここでは、先述した走行実態調査結果より作成した神戸・大阪港と後背地施設間のコンテナ OD 流動量データをもとに、内陸部デポの設置効果の予測を試みる。

(1) 設定ケース

本研究では、後背地施設の立地場所とその施設での取扱いコンテナ個数を考慮して重心を求め、これをもとに、現実的に内陸部デポが設置可能な場所を候補地とした。具体的には、内陸部デポが対象とする後背地施設を変化させた以下の4ケースを設定し、それぞれについて内陸部デポの設置候補地を選定した。なお図 - 4 に選定した内陸部デポ候補地を示す。
Case1：神戸港のコンテナを取扱う後背地施設のみを対象として内陸部デポを設置する場合。

候補地として神戸複合産業団地を選定。

Case2：大阪港のコンテナを取扱う後背地施設のみを対象として内陸部デポを設置する場合。

候補地として東大阪トラックターミナルを選定。

Case3：神戸港または大阪港のコンテナを取扱う後背地施設を対象として内陸部デポを設置する場合。

候補地として阪神流通センターを選定。

Case4：神戸港と大阪港間に立地する後背地施設の分布より内陸部デポ候補地を選定する場合。

候補地として北大阪トラックターミナルを選定。

(2) 内陸部デポ設置効果の予測

表-1は設定したケースごとに、20および40フィートコンテナについて最適解の算出を行い、それぞれの評価指標値を計算した結果についてまとめたものである。なお表中では、従来を1.00としてそれぞれの値を示している(ただし、内陸部デポの利用コンテナ個数は実数で表記)。これより、内陸部デポの設置によって空コンテナの総輸送距離だけでなく、神戸・大阪港においてトラックの出入り台数や阪神高速1号環状線を利用するトラック台数の縮減といった効果が得られていることがわかる。そしてこれらの縮減効果は、Case1,2とCase3,4との比較から、神戸港と大阪港のように距離が近い港湾同士が共同で内陸部デポを両港湾の間に設置することによって、さらに大きくなるとともに、大阪港における空コンテナのようにコンテナ個数の輸出入バランスが著しく異なっている港湾においては、空コンテナ個数の輸出入バランスの改善にもつながるものと考えられる。また、港湾におけるトラックの出入り台数の縮減効果が他のケースより小さくなることや、神戸港において20フィートの余剰空コンテナが増加するといった負の効果がみられるものの、神戸港と大阪港間の後背地施設分布にもとづいて内陸部デポの設置候補地を求めたCase4において、最も大きな設置効果が得られているものと判断できる。

また一方で、内陸部デポを設置する上で、以下の点に注意すべきであることがわかる。

空コンテナの輸出入バランスが著しく異なっている港湾が単独で内陸部デポを設置する場合、デポの利用は少なくなり、大きな設置効果は得られない。

内陸部デポの設置場所が港湾から離れるにつれ、従来どおりのデポを利用しない後背地施設が増加していくため、港湾における発生集中個数の軽減効果は減少することが予測される。

都心部通過トリップの縮減効果を得るためには、都心部郊外に内陸部デポを設置する必要がある。



図-4 設定ケースごとの内陸部デポ候補地

表-1 内陸部デポ設置効果の予測結果

評価指標	港湾・大きさ別	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	
空コンテナの総輸送距離	20フィート	0.92	0.97	0.95	0.88	
	40フィート	0.91	0.93	0.94	0.82	
内陸部デポ利用コンテナ個数	20フィート	58個	34個	76個	72個	
	40フィート	66個	58個	78個	102個	
神戸・大阪港における空コンテナの過不足個数	神戸港	20フィート	-	-	1.00	1.86
		40フィート	-	-	1.08	0.38
	大阪港	20フィート	-	-	1.00	0.70
		40フィート	-	-	1.04	0.70
神戸・大阪港におけるトラックの出入り台数	神戸港	20フィート	0.49	-	0.35	0.65
		40フィート	0.52	-	0.47	0.64
	大阪港	20フィート	-	0.55	0.95	0.58
		40フィート	-	0.40	0.95	0.46
阪神高速1号環状線を利用するトラック台数	20フィート	0.98	0.65	0.93	0.26	
	40フィート	1.00	0.44	0.93	0.31	

注) 網掛けは設定ケースのうち最も効果の大きかったものを表している。表中の数字は、従来を1.00とした値を表している。

6. おわりに

本研究では、神戸・大阪港と後背地施設間のコンテナOD流動量データをもとに、空コンテナの転用が可能となる内陸部デポを設置する際の空コンテナ輸送の縮減効果を定量的に予測した。その結果、内陸部デポの設置によって、空コンテナの輸送距離が縮減されるだけでなく、港湾周辺や都心部を通過するトラック台数の縮減効果もあることが示せた。さらに、神戸・大阪港で内陸部デポを利用する場合、大阪港の余剰空コンテナが減少する効果があることがわかった。今後は、船社コンテナの共同利用率を変化させた場合や後背地施設への搬入時間指定を考慮するなど、より現実に近づけた形でシミュレーションを行っていきたい。

《参考文献》

- 1) 国土交通省港湾局：全国輸出入コンテナ貨物流動実態調査, 1991, 1994, 1999
- 2) 秋田・小谷：阪神臨海部における外貿コンテナトラックの流動実態と沿道環境改善方策の導入上の課題, 日本沿岸域学会論文集, No. 14, pp. 37-49, 2002