

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1155

March 2021

我が国の対欧米コンテナ輸送において 海外港湾に依存するリスクの分析

赤倉康寛・佐々木友子

Analysis of Risks in Container Transport
between Japan and Europe/North America due to Dependence on the Foreign Port

AKAKURA Yasuhiro, SASAKI Tomoko

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

我が国の対欧米コンテナ輸送において 海外港湾に依存するリスクの分析

赤倉康寛*
佐々木友子**

要 旨

1990年代後半以降のコンテナ船の急激な大型化に伴い、我が国への欧米基幹コンテナ航路の寄港が減少し続けてきた。近い将来、我が国への寄港がなくなる可能性も否定できない。一方で、我が国の対欧米コンテナ輸送において、海外の港湾、特に、釜山港に依存する傾向は増加してきている。

以上を踏まえ、本研究は、釜山港が全面的に機能停止した場合に、①我が国への欧米基幹航路が現状レベルに維持されているケースと、②我が国への基幹航路の寄港がなくなるケースにおいて、輸送コスト・時間の増加がどれほど異なるのかを、既往の港湾・経路選択モデルを使用して、試算したものである。その結果、釜山港が阪神・淡路大震災と同程度の期間で機能停止した場合、①現状レベルでは我が国直航航路の利用割合が増加し、輸送コストは合計約8百～1千億円、輸送時間は平均数時間の増加に留まるのに対し、②基幹航路の寄港がない状況では、大半が中国南部、台湾及び海峡地でのT/Sに転換し、輸送コストは合計約1千7百～2千2百億円、輸送時間は対北米で概ね3～6日の増加になると推計された。

キーワード：コンテナ航路，海外トランシップ，カボタージュ，輸送コスト，輸送時間

* 港湾研究部 港湾システム研究室室長

** 港湾研究部 主任研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@mlit.go.jp

Analysis of Risks in Container Transport between Japan and Europe/North America due to Dependence on the Foreign Port

AKAKURA Yasuhiro*
SASAKI Tomoko**

Synopsis

The number of container trunk services calling at ports in Japan has decreased continuously, associated with the rapid enlarging of ship size after the second half of the 1990s, and it is possible that these services will fully cease to call at Japanese ports. At the same time, the container volume of transshipment at Busan port to and from Japan has increased.

Based on this background, this study estimated the increase in transport cost and time if Busan port's operations were suspended by utilizing a previously developed port and route choice model, comparing the status quo (Case 1) with the case of container trunk routes ceasing to call at Japanese ports (Case 2). As a result, it was estimated that if the functions of Busan port were suspended for the same period as the Port of Kobe after the Great Hanshin-Awaji Earthquake, in Case 1, transport costs would increase 80 to 100 billion yen, and transport time would increase within a few hours, while in Case 2, transport costs would increase 170 to 220 billion yen, and transport time would increase three to six days to or from North America.

Key Words: container route, transshipment, cabotage, transport cost, transport time

* Head of Port Systems Division, Port and Harbor Department

** Senior Researcher of Port and Harbor Department

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@mlit.go.jp

目 次

1. 序論	1
2. 釜山港のコンテナ流動の現状とリスク	2
2.1 機能停止を念頭に置いた流動分析	2
2.2 機能停滞の前例	4
3. 阪神・淡路大震災におけるコンテナ流動変化の分析	5
3.1 神戸港の復旧状況	5
3.2 輸出入コンテナ流動の変化	5
3.3 海外T/Sコンテナ流動の変化	6
4. コンテナ流動変化の試算方法	8
4.1 港湾・経路選択モデル	8
4.2 試算ケースの設定	9
5. 流動変化試算の結果と考察	11
5.1 試算結果	11
5.2 輸送コスト・時間増の推計	12
5.3 推計結果の考察	14
5.4 国際コンテナ流動にかかる新たなリスクとその対応	14
6. 結論	16
参考文献	17

1. 序論

長期的に見て、我が国への欧米基幹コンテナ航路の寄港が減少し続けてきた。中国や東南アジア発着のコンテナ量の大幅な増加が、我が国港湾の相対的地位を低下させ、さらに、1990年代後半以降の急激な船型大型化が拍車を掛けたものと見られる。近い将来、我が国への寄港がなくなる可能性も否定できない。このような中で、経済合理性を鑑みれば、我が国への欧米基幹航路の寄港維持には大きな意味は無く、釜山港等に任せても良いのではないかとの意見も聞かれる。これが現実のものとなった場合、大きく依存する釜山港に何らかの障害が生じた際、基幹航路の寄港再開は即座に出来るものではないことから、我が国と欧米との間の海上物流が大混乱に陥る危険性が想定される。以上を踏まえ、本研究は、釜山港が全面的に機能停止した場合に、①我が国への欧米基幹航路が現状レベルに維持されているケースと、②我が国への基幹航路の寄港がなくなるケースにおいて、輸送コスト・時間の増加がどれほど異なるのかを試算したものである。

我が国への基幹航路の寄港状況として、図-1に欧州航路の便数及び寄港回数の推移を示すが、2010年の世界不況からの回復による増加を除けば、基本的には前年比で横ばいもしくは減少を示してきた。地中海航路は、2016年を最後に日本へのサービスはない。ただし、2019年5月に2Mの北米-欧州振り子航路AE1の横浜への寄港が復活し、さらに、2020年6月にはThe Allianceの北米-欧州振り子航路FP2の横浜寄港が開始され、2018年のThe AllianceのFE1のみであった時期に比べれば、状況は改善されている。欧米基幹航路の維持・拡充を目標とした国際コンテナ戦略港湾政策が一定の成果を挙げていると見ることもできるが、依然として厳しい状況にあるのは変わらない。2021年度よりThe AllianceのFP2の横浜寄



図-1 欧州航路の寄港便数・回数の推移

港はなくなることが予定されており、2020年時点で我が国へ寄港する唯一の北米東岸航路であった The Alliance の EC1 も 2021 年度に寄港がなくなる予定である。

一方で、我が国の対欧米コンテナ輸送において、海外の港湾、特に、釜山港に依存する傾向は、長期的には増加してきている。図-2は、全国輸出入コンテナ貨物流動調査（国土交通省、以降「コンテナ流動調査」という）の結果において北米及び欧州を最終船卸港もしくは最初船積港とするコンテナのうち、我が国に直接寄港する本船で輸送された直航率と、釜山港統計において我が国輸出入で釜山港において積み替え（以降、「T/S」という）されたコンテナ量の年間値を示したものである。図より、直航率の低下と、釜山港 T/S コンテナ量の増加傾向が確認できる。海外の T/S 港については、対欧州コンテナは Singapore 港 T/S の割合が釜山港 T/S より高いが、対北米コンテナでは圧倒的に釜山港 T/S の割合が高く、図-2 の釜山港 T/S 量の中には、多くの対北米コンテナが含まれている。この状況下において、釜山港が突然機能停止すれば、我が国の対欧米コンテナ輸送において、非常に大きな影響が発生することが容易に想定される。

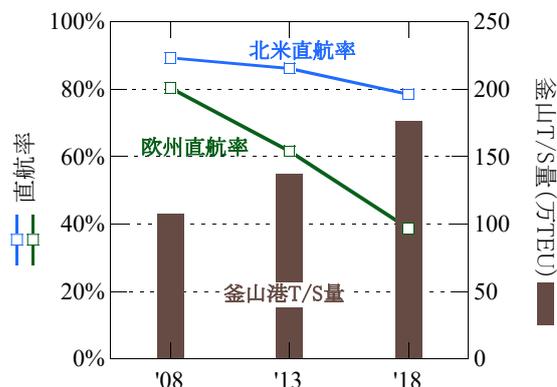


図-2 北米・欧州貨物の直航率及び釜山 T/S 量

我が国の海上コンテナ輸送において、海外港湾への依存度を高めることは、平常時における企業の国際競争力に関わる観点と、災害時における対応力の観点の二つが考えられる。本研究は、このうち、後者に焦点を当てたものであり、前者については稿を改めることとしたい。ここで、港湾機能が、突然低下・停止した前例は、数多くある。自然災害では、阪神・淡路大震災における神戸港、東日本大震災における東日本の太平洋側港湾、ハリケーン・カトリーナでの New Orleans 港、ハリケーン・サンディーの New York 港等数多くの例があるが、さらに人為災害においても、例えば、米国西岸港湾での 2002 年及び 2014~15 年の労働争議による混乱では、西岸港湾の

荷役能力が低下して大量のコンテナ船の沖待ちが発生し、アジア-米国間のコンテナ輸送が長期にわたり停滞した。2015年の天津港及び2020年のLebanon港では、突然の爆発事故により一帯が壊滅的な被害を受けたが、いずれも硝酸アンモニウムが原因とされており、天津港では復旧までに1ヶ月以上を要した²⁾。2017年のMaersk Terminalへのサイバー攻撃では、世界中のターミナルが運営停止やマニュアル運用を強いられた。同様に、2020年にはCMA-CGMがサイバー攻撃を受け、予約システムが約2週間ダウンしている。港湾ではないが、歴史的には、スエズ運河が中東戦争により8年間もの長きにわたり封鎖されている。今般の新型コロナウイルスによる世界的な感染拡大においても、港湾機能への影響が出ている。このような例に照らしてみると、港湾が突然、機能停止・低下する危険性は、無視することが出来ない。後述するが、2003年には釜山港において、自然災害及び人為災害が発生し、港湾機能が大きく停滞している。

既往の研究では、災害により港湾機能が停止・低下した場合におけるコンテナ流動経路の推計を行った研究は、Akakura *et al.*³⁾程度しか見当たらない。港湾の機能停止による経済影響を推計した論文^{4)~6)}はいくつか見られるが、いずれも停止後のコンテナ流動の変化は推計上の設定として置かれている。

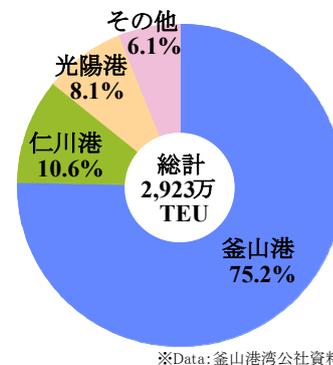
以降、2.において釜山港におけるコンテナ流動の現状とリスクを分析し、3.において、前例として阪神・淡路大震災後のコンテナ流動の変化を分析し、釜山港が機能停止した場合の影響について、4.において試算方法を、5.で試算結果を示してその考察を行い、6.でとりまとめる。

2. 釜山港のコンテナ流動の現状とリスク

2.1 機能停止を念頭に置いた流動分析

ここでは、釜山港のコンテナ流動の現状について、同港が機能停止した場合を念頭に置きつつ、各種データから分析する。

釜山港のコンテナ取扱量⁷⁾は、最新の2019年で2,199万TEU、世界第6位となっている。そのうち、韓国輸出入が1,035万TEU、第3国間のT/Sは1,164万TEU（実入1,070万TEU）である。釜山港の韓国内における取扱量シェアは非常に大きく、図-3に示すとおり、3/4を占めている。第2位の仁川港：309万TEUや第3位の光陽港：238万TEUは、1割前後に過ぎない。



※Data:釜山港湾公社資料⁷⁾

図-3 韓国における各港湾のコンテナ取扱量シェア

仁川・光陽両港湾の2019年時点のコンテナ取扱能力は、釜山港湾公社⁷⁾の資料によれば、仁川港：286万TEU、光陽港：384万TEUであり、仁川港では既に限界に達している。ただし、仁川港では新港を開発中であり、仁川港湾公社資料⁸⁾によると、2025年に138万TEUの取扱能力増、さらに、2040年には92万TEUの取扱能力増が予定されている。ここで、釜山港の機能が完全に停止した場合を想定すると、まずは、同港の韓国輸出入の1千万TEU超を代替する必要が生じる。現時点では、光陽港に146万TEUしか受け入れ能力がなく、たとえ、仁川港の2025年までの拡張工事が完了したとしても、両港合わせて261万TEUの能力しかないので、とても全量を扱うことはできない。また、2019年時点の両港の対欧米航路サービスは、表-1に見られるように、非常に限定的である。緊急時に、新たな航路サービスを設定するのは難しいことから、韓国輸出入の対欧米コンテナの多くが、国外の港湾でT/Sされるようになると想定される。

同様に、釜山港のコンテナ取扱で過半数を占める第3国間の海外T/Sについては、仁川・光陽の両港で韓国輸出入の全コンテナを扱うことが難しい状況では、全量他

表-1 韓国主要港の航路サービス数 (便/週)

港湾	北東 アジア	東南 アジア	米州	欧州	その他	合計
釜山	127	50	56	15	21	269
仁川	29	25	1	0	1	56
光陽	36	24	6	1	7	74

※Data: 釜山港湾公社資料⁷⁾

表-2 釜山港の海外 T/S コンテナの相手国

国等	T/S全体量 (万TEU)	T/S実入量 (万TEU)	実入 シェア
中国本土	349.7	313.6	29.3%
日本	182.7	170.2	15.9%
アメリカ	175.7	160.5	15.0%
カナダ	44.5	42.9	4.0%
ロシア	29.2	28.0	2.7%
メキシコ	27.6	26.7	2.6%
ベトナム	22.1	21.7	2.5%
タイ	21.7	21.5	2.0%
チリ	21.3	19.1	2.0%
インドネシア	18.3	18.2	1.8%

※Data: BPA-NETより

国の港湾に流れると見るのが妥当である。2019年における海外 T/S コンテナの国別取扱量を表-2 に示すが、香港を除く中国本土が最も多く、3 割近くを占めていた。このことは、もし釜山港の機能が突然停止した場合、海外 T/S コンテナの取扱で、一番大きな影響を受けるのは中国ということになる。次いで、日本、アメリカの順で、上位 3 カ国で 6 割を占めており、5 位までの国を見ても、やはり釜山港の海外 T/S は北米-北東アジア航路が大きな割合を占めていると推察される。

そこで、米国輸出入コンテナ貨物について、米国税関の統計情報をデータベース化し、海外 T/S 港湾をも把握可能な PIERS データを用いて、米国輸出入コンテナの釜山港 T/S の相手国を整理したのが、表-3 である。輸出入の全量は、釜山港湾公社データ (表-2 の合計値) に整合させた。表より、米国輸出入の 2/3 近くが中国本土発着コンテナとの圧倒的なシェアであり、日本、台湾が続いていた。この中国本土-米国間の釜山 T/S について、中国の港湾をリストアップしたのが表-4 である。トップ 3 を中国北部 (山東省以北) の港湾が占めており、そのシェアは 7 割を超えていた。釜山港は、中国北部の諸港に対して対米国のゲートウェイとして機能していると言える。

釜山港が機能停止した場合、第 3 国間 T/S について、韓国国内の他港は取扱能力や航路サービスから代替となれないことから、距離的には、上海港及び寧波港が機能を代替する可能性がある。ここで問題となるのは、国内

表-3 米国輸出入コンテナにおける釜山港 T/S の相手国

国等	米国輸出 (万TEU)	米国輸入 (万TEU)	実入計 (万TEU)	実入計 シェア
中国本土	30.5	73.5	104.0	64.8%
日本	17.4	12.5	30.0	18.7%
台湾	2.9	3.5	6.5	4.0%
フィリピン	3.2	1.9	5.2	3.2%
ベトナム	0.8	3.1	4.0	2.5%
タイ	1.1	1.5	2.7	1.7%
インドネシア	0.4	2.0	2.4	1.5%
インド	0.2	1.6	1.8	1.1%
マレーシア	0.3	1.3	1.6	1.0%
香港	0.5	0.2	0.7	0.4%

※PIERS及びBPA-NETより推計

表-4 米国輸出入コンテナにおける釜山港 T/S の中国港湾

港湾	米国輸出 (万TEU)	米国輸入 (万TEU)	実入計 (万TEU)	実入計 シェア
天津	11.3	22.3	33.7	32.4%
青島	4.1	19.0	23.1	22.2%
大連	6.8	10.7	17.4	16.8%
寧波	0.6	5.7	6.3	6.1%
塩田	1.4	4.9	6.3	6.0%
上海	0.5	4.6	5.1	4.9%
連雲	0.5	2.2	2.7	2.6%
厦門	0.8	1.5	2.3	2.2%
蛇口	0.0	0.3	0.3	0.3%

※PIERS及びBPA-NETデータより推計

の輸送は自国業者に限定するカボタージュ規制である。中国海商法第 4 条では、以下のように規定されている⁹⁾。

中華人民共和国の港湾間の海上輸送及び曳航業務は中華人民共和国の国旗を掲げる船舶によって運営される。ただし、法律、行政法規による別の規定がある場合はその限りではない。国務院交通主管部門の認可がない場合、外国籍船が中華人民共和国の港湾間での海上輸送及び曳航業務を行ってはならない。

2013 年の China (Shanghai) Pilot Free Trade Zone の開設に合わせて、上海港と中国の他港との間については、中国船社所有に限り、外国籍船による輸送を認めるとのカボタージュの緩和がなされたが、実質的には、従来慣習として認められてきたものを、追認したに過ぎず、大きな影響はなかったとされている¹⁰⁾。また、以降、中国の他港においてカボタージュ緩和の要求が出ているが、今のところは認められていない¹¹⁾。釜山港が、中国北部港湾の対米国ゲートウェイの機能を担うことが出来ているのは、外国船社が中国国内のフィーダー輸送を担うことが出来ないことが大きく関係していると推察される。釜山港の機能停止時に、カボタージュが臨時に緩和され

ば、距離が近い上海・寧波港が釜山港の T/S 機能を代替すると想定されるが、緩和されない場合、高雄港や香港港もその候補となると考えられる。この点については、4. の影響分析において検討する。なお、高雄港については、1995 年より、中国本土と第 3 国間との間のコンテナの T/S を、外船社及び中国・台湾船社の便宜置籍船に認めている¹²⁾。

我が国の釜山 T/S コンテナ流動について、2018 年のコンテナ流動調査データを利用し、輸出入の全量を 2019 年の釜山港湾公社データ（表-2 の合計値）に整合させて年間流動を推計した結果が、表-5 である。表より、我が国輸出入コンテナについては、対北米だけでなく、中国を含めた北東アジアや東南アジアとの間の輸送においても、釜山港に大きく依存していることが確認された。

表-5 日本輸出入コンテナ釜山港 T/S の相手地域（2019 年）

相手地域	日本輸出 (万TEU)	日本輸入 (万TEU)	実入計 (万TEU)	実入計 シェア
北東アジア	16.7	31.4	48.1	28.3%
うち中国	14.2	27.8	41.9	24.7%
東南アジア	16.4	26.3	42.6	25.1%
南ア・中東	7.5	3.2	10.8	6.3%
オセアニア	2.9	3.2	6.1	3.6%
北米	19.0	18.9	37.9	22.3%
欧州	6.2	9.2	15.5	9.1%

※コンテナ流動調査及びBPA-NETデータより推計

2.2 機能停滞の事例

2003 年に、釜山港は大きな機能停滞を経験している。まず、5 月にトラック運転手組合：全国運輸産業労働組合貨物連帯による 14 日間のストライキが発生し、港湾機能が完全に停止した。さらに 8 月にもストライキが発生して機能が停滞し、両ストライキによる経済損失は、それぞれ、5.4 億ドル及び 3.4 億ドルとの試算¹³⁾もある。加えて、9 月 12 日には台風 14 号の直撃を受け、南区のコンテナターミナルでは計 7 基のガントリークレーンのうち 6 基が倒壊、東区でも 12 基のうち 2 基が倒壊、3 基がレールから脱線しており¹⁴⁾、ターミナル機能に大きな影響を受けた。新規注文の場合、クレーン製作には 10 ヶ月以上を要し、クレーンの時価からして、その被害だけで 40 億円以上に達すると見積もられた¹⁴⁾。このため、船会社は釜山港への寄港取りやめの動きを見せ、5 月のスト後に MSC と CSCL が釜山港を抜港した他、台風後の調査では、27 の国内外船社のうち、8 社が寄港停止の可能性が高いとし、6 社が寄港停止の可能性があると回答している¹⁵⁾。韓国政府は、外国船社の釜山港抜港を防止するため、釜山港－光陽港のカボタージュを緩和し、外国籍

船においても輸送可能としている¹⁶⁾。さらに、韓国政府は、外国船社等の流出を防ぐため「スト停止宣言」を行ったが、2008 年 6 月に貨物連帯による 8 日間のストライキが再発生している。

2020 年の台風 10 号（針路：図-4）は、2003 年の台風 14 号（針路：図-5）と同様に釜山近辺を通過したが、最低気圧：920hPa を記録し、日本接近までは過去最強クラスの「大型で非常に強い台風」であったことから、2003 年のような被害が発生する可能性が懸念された。幸い、直前に通過した台風 9 号の影響で海水温が下がったことにより勢力が落ち、釜山港で特段の被害は聞かれず、台風 8～10 号が連続的に通過したことによる相次ぐ欠便と、9 月下旬においても最大 1 週間の沖待ちが発生した程度であった¹⁷⁾。

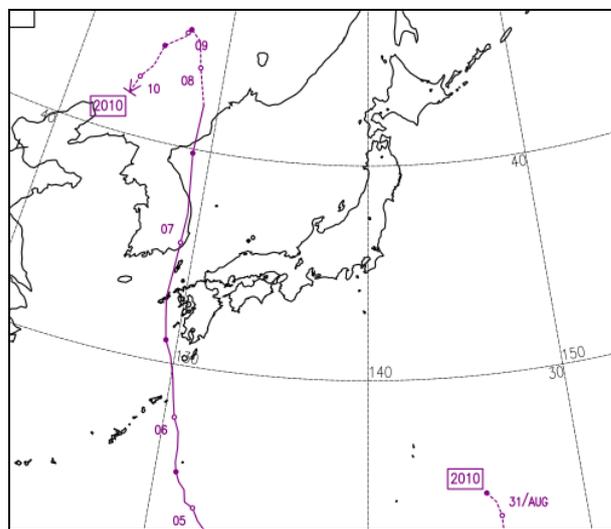


図-4 2020 年台風 10 号の針路（気象庁 Website より）

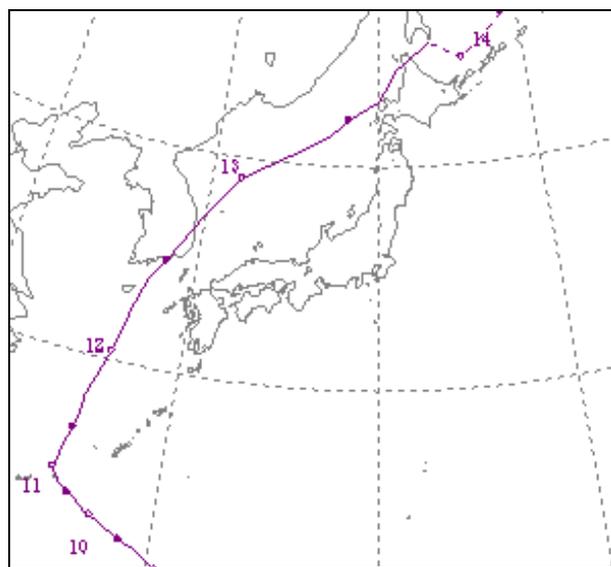


図-5 2003 年台風 14 号の針路（気象庁 Website より）

3. 阪神・淡路大震災におけるコンテナ流動変化の分析

3.1 神戸港の復旧状況

1995年1月17日午前5時46分に発生した兵庫県南部地震により、神戸港は壊滅的な被害を受けた。コンテナターミナルでは、岸壁本体の滑動・傾斜・沈下、エプロン舗装やクレーン基礎の破損、液状化によるヤード舗装の沈下、クレーンの脱輪・脚部破損・傾斜・倒壊といった被害が数多く発生し、同港のコンテナ取扱能力は完全に停止した。2月10日には運輸省港湾局(当時)より「兵庫県南部地震により被災した神戸港の復興の基本的考え方」が発表され、港湾機能の早期回復については、以下の4点が方針として示された。

- 1) 応急復旧による港湾機能の早期回復、早期暫定供用の実施
- 2) 段階的な本格供用の実施
- 3) 概ね2年以内での港湾機能の全体的回復
- 4) 台風期までの第1線防波堤および海岸保全施設の機能回復

この基本方針の下、運輸省、神戸市及び(財)神戸港埠頭公社の3社において、鋭意、コンテナターミナル施設の復旧が図られた。その復旧状況について、バース及びガントリークレーンの復旧率を整理したのが、図-6である。バースについては、文献(18)より算定し、内数として暫定供用も示した。ガントリークレーンについては、文献(19)を用いた。まず、3月20日に摩耶埠頭のコンテナ用バースが暫定供用し、ガントリークレーンにより最初の荷役が行われており、その後、当初はバースの暫定供用とガントリークレーンの復旧が、同程度のペースとなっており、バースの暫定供用に合わせて復旧したクレーンを順次設置していったと推察される。約半年でバースの暫定供用とガントリークレーンの復旧率が概ね半分に

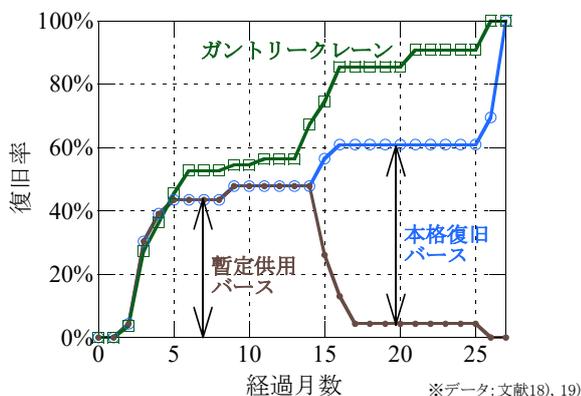


図-6 コンテナバース及びガントリークレーンの復旧率

達し、最後のガントリークレーンの復旧完了が26ヶ月後、最後のバースの本格復旧が27ヶ月後であり、当初目標の概ね2年以内で、施設の復旧は終了した。

これに対して、神戸港の機能面の復旧状況として、外貿定期航路数及び外貿コンテナ取扱量の復旧率を整理したのが、図-7である。外貿コンテナ取扱量は月単位で整理されており、0ヶ月が1995年1月である。3月20日の摩耶埠頭の暫定供用前は、フルコンテナ船の荷役は不可能なため、着岸・荷役はセミコンテナ船に限定されていた。その後、外貿定期航路数は5ヶ月で約2/3まで回復し、25ヶ月で震災前の水準に達しており、回復のペースは、図-6の施設復旧率に比べて速い一方、外貿コンテナ取扱量は8割前後において回復率が頭打ちとなり、年間ベースで震災前の1994年実績を上回るのは2017年になってからであった。

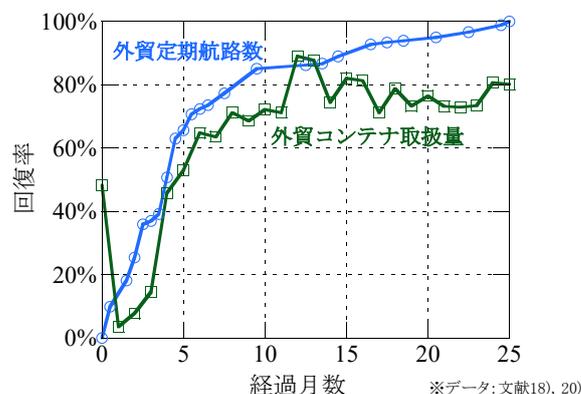


図-7 外貿定期航路数及びコンテナ取扱量の回復率

3.2 輸出入コンテナ流動の変化

神戸港のコンテナ取扱能力が一旦完全に停止したことから、船社は、まず神戸港のターミナルに保管されていたコンテナの引き渡しを行うと共に、神戸港輸出入コンテナの引き受けを打ち切った。また、船社は神戸港寄港のコンテナサービスについて、同港を抜港させ、同港に向かっていた船に積載されていた輸入コンテナを他港にて荷揚げすることとなった。運輸省海事局によるアンケート調査結果²¹⁾による、発災後～1月末までの荷揚げ港変更の状況を図-8に示す。

神戸港の機能停止に伴う影響を緩和するため、運輸省は2月1日付けで、「兵庫県南部地震に伴う沿岸輸送特許の取扱について」として、神戸港が復旧するまでの期間、神戸港に既に陸揚げされていた貨物や、神戸港で積み卸しを予定していた貨物の東京・横浜港等への輸送について、内航船舶に適切な船舶がない場合に限って、外国籍船舶による輸送が認められた(カボタージュ緩和)。その結

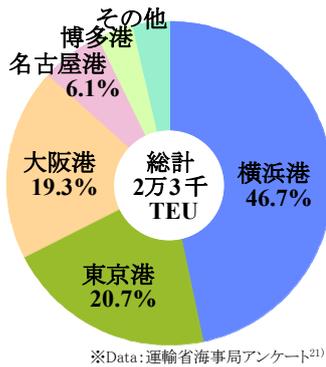


図-8 1995年1月の神戸港向けコンテナの荷揚げ港

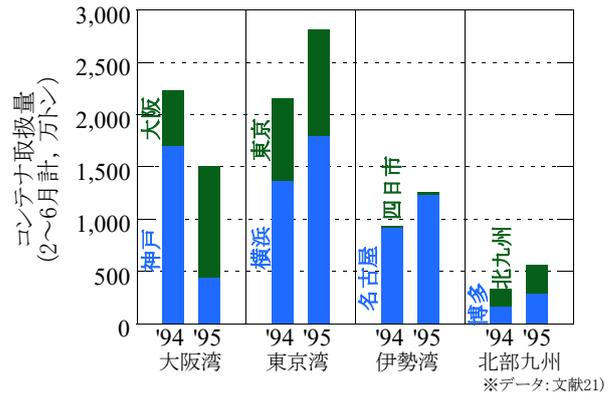


図-9 震災前後の外貨コンテナ取扱量の変化 (2~6月計)

果, Maersk, APL, COSCO, 日本郵船等が, クレーンを搭載したセミコンテナ船により神戸~横浜間を中心に, 外航コンテナのフィーダー輸送を行った。

船社は, コンテナサービスで, 神戸港を抜港し, 大阪港へのシフトを図ったが, 当時の大阪港のコンテナ取扱能力は, 神戸港に比較して限られていた (バース数は大阪港: 7に対し, 神戸港: 21) ため, 大阪港へのシフトもかなわず, 阪神地区への寄港が確保できない船社・サービスも多かった。表-6は, 震災前後のフルコンテナ船の航路数を整理したものであるが, 震災前から大阪港に寄港していた航路を除けば, 大阪港に純粋にシフトしたのはわずかに7航路であった。震災前に, 神戸・大阪両港に寄港していた航路は, 大阪港単独寄港となり, 両港の貨物を引き受けることになったため, さらなる受け入れ余力は大きくはなかったと見られる。そのため, 神戸港輸出入コンテナの代替は, 大阪港だけでなく, 横浜港や東京港, 名古屋港も大きな役割を果たした。図-9に, 1995年2~6月累計のコンテナ取扱量を示すが, 対前年比では, 大阪港: 530万トン増に対して, 横浜港: 424万トン増, 東京港: 239万トン増, 名古屋港: 318万トン増であった。震災前より, 神戸港寄港コンテナ船の多くが, 横浜港, 東京港, 名古屋港にも寄港していたことから, 積み・揚げ地の変更で対応出来たためと考えられる。

表-6 震災後のフルコンテナ船の大阪港シフト

航路	震災前		震災後
	神戸港	うち両港	大阪港
北米	24	2	7
欧州	9	0	3
中南米・アフリカ	6	0	3
オセアニア	5	0	2
北東アジア	72	16	9
東南アジア	16	5	6
総計	130	23	30

※フルコンテナ船の航路数。データは文献22)より。両港は, 神戸・大阪港。

3.3 海外T/Sコンテナ流動の変化

神戸港での震災前年の海外T/Sコンテナの取扱状況を表-7に示す。1994年通年のT/Sコンテナ量は581万トンで, 8割以上をアジア・北米が占め, そのほとんどが中国・韓国発着となっていたことから, 神戸港は北東アジアの対北米ゲートウェイとしての機能を果たしていたことが確認出来た。

表-7 神戸港の海外T/Sコンテナ流動 (1994年)

輸出側	輸入側					
	アジア	韓国	中国	北米	欧州	豪州
アジア	6.8%	0.1%	2.2%	47.9%	0.8%	5.0%
韓国	0.9%	-	0.0%	16.7%	0.0%	0.4%
中国	3.4%	0.0%	-	27.7%	0.7%	4.3%
北米	34.9%	10.1%	14.5%	0.0%	0.0%	1.8%
欧州	0.3%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
豪州	1.7%	0.3%	1.1%	0.1%	0.0%	0.0%

※数字は全体に対するシェア, データ: 文献20)

神戸港の海外T/Sコンテナについて, 対米流動での利用港湾を確認した結果が, 表-8である。シェアは, 港湾不明分は控除している。韓国及び中国北部~中部 (浙江省以北) がトップ7を占め, 張家港を含めて8割を超えており, 神戸港をT/S港湾として利用していたのは, 主に韓国及び中国中部以北の港湾であった。

これに対し, 神戸港の機能停止後における, 周辺の主要港での海外T/S取扱量の対前年同月に対する増減を整理したのが, 図-10である。神戸港では2月に大幅に減少し6月以降少しずつ回復してきたのに対して, 代替として, 最も多くの海外T/Sを担ったのは横浜港であり, 1995年の6~8月は, 釜山港も同程度の取扱が見られた。高雄港は5月には釜山港を超える増加が見られたが, 7月以降はマイナスであり, 地理的要因等から, 対米国における代替としての取扱は限られていたと見られる。また, 大阪港は

表-8 神戸港の対米国外T/Sの利用港湾（1994年）

港湾	コンテナ量 (TEU)	シェア
釜山	45,220	20.1%
上海	52,662	23.4%
天津	38,214	17.0%
青島	19,208	8.5%
寧波	9,578	4.3%
大連	6,691	3.0%
仁川	5,467	2.4%
香港	5,166	2.3%
MANILA	4,891	2.2%
張家港	4,163	1.9%

※データ:PIERS

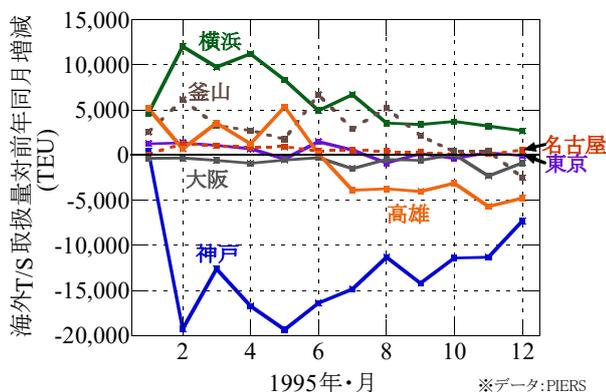


図-10 主要港の海外T/Sコンテナ取扱量の変化

常時マイナスであり、前述の通り、我が国発着コンテナの取扱で一杯であったと推察される。東京港や名古屋港でのT/Sも限られていた。ここで、1994年末時点の神戸港に寄港していた欧米基幹航路の各港への寄港数を表-9に示すが、国内では、神戸港寄港サービスは東京港もしくは横浜港のいずれかに寄港しており、そのなかで横浜港が活用されたと見られる。航路サービス数では、高雄港や香港港は、神戸港との重複サービス数では横浜・東京の両港を上回っていたが、前述の通り高雄港の増加は限られており、香港港については中国経済が市場経済への移行期で大幅に伸びていた時期のため対前年同月比は通年で神戸港が失ったT/S量を大きく上回る増加が見られたが、5月までは通年平均を下回る増加であったことから、神戸港の代替としての増加はほとんど無かったものと想定される。

当時、釜山港には、表-9に見られるとおり、ある程度基幹航路サービスが直接寄港していた。一方、中国本土の港湾では、基幹航路の直航サービスはほとんど無かったが、COSCOが上海及び天津港へのサービスを運航していた。そのため、神戸港の機能停止時には、当該直航サービスの利用率が上昇した可能性があることから、対米

国の直航航路利用率の推移を確認したのが、表-10である。両国の輸出入共に、1994年に比べて、1995年は直航航路の利用率がわずかながら増加しており、それほど多くはないものの、海外T/Sから直航に転換したケースがあったと推察される。

表-9 神戸港寄港基幹航路の寄港状況（1994年12月）

航路	神戸	横浜	東京	名古屋	大阪
北米	22	14	11	13	2
欧州	8	6	2	5	0

航路	博多	釜山	上海	高雄	香港
北米	5	8	1	16	15
欧州	1	6	0	6	7

※データ:国際輸送ハンドブック1995, Weeklyサービス

表-10 中国・韓国の直航利用率の推移

国・輸出入	1994年	1995年	
中国	輸出	0.5%	4.1%
	輸入	10.2%	11.5%
韓国	輸出	77.7%	79.6%
	輸入	82.7%	85.7%

※データ:PIERS

4. コンテナ流動変化の試算方法

4.1 港湾・経路選択モデル

本研究では、様々な状況変化に対応した我が国輸出入コンテナの流動の変化を推計できる、港湾・経路選択モデルを使用した。港湾・経路選択のイメージを、図-11に示す。日本輸出の場合、日本の生産地から、国内のいずれかの港湾へ陸上輸送し、当該港湾から、①本船（直航便）を利用するか、②海外フィーダーを利用するか、③国際フィーダーを利用するかを選択があり、②の場合は海外 T/S 港湾から本船を利用し、③の場合国内港から本船を利用するか、もしくは、さらに海外フィーダーを利用して海外 T/S 港へ輸送するかを選択となる。本研究では、この港湾・経路選択モデルを用いて、釜山港が機能停止した場合について、欧米基幹航路の日本への直航サービスの有無による港湾・経路選択の差を推計した。そのため、本研究の推計対象は、対北米・欧州のみである。

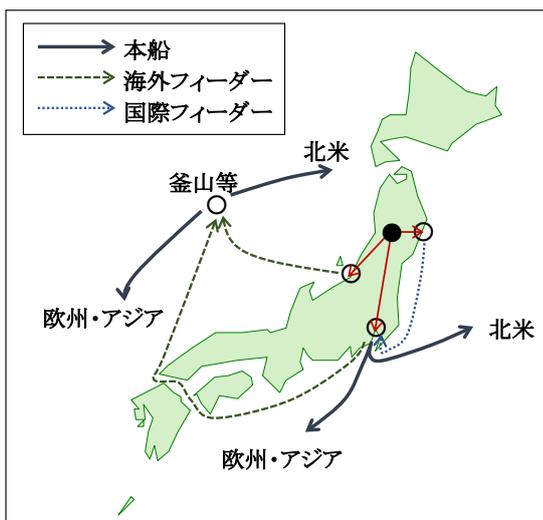


図-11 港湾・経路選択のイメージ（日本輸出）

本研究で使用したモデルは、既開発^{23), 24)}の犠牲量モデルである。犠牲量モデルとは、全てのコンテナ貨物が、総犠牲量が最小の経路で輸送されると仮定したモデルである。総犠牲量 S は、(1)式で算定される。

$$S = C + T \cdot \alpha \quad (1)$$

ここに、 C : 輸送費、 T : 輸送時間、 α : 時間価値である。この総犠牲量は、費用及び時間のみから構成されており、算定が容易で、直感的に判りやすいとの利点がある。モデルの概要を、図-12に示す。図の上半分は総犠牲量と時間価値の関係であり、全ての経路は切片 C 、傾き T の直線で示され、図で最も下にある経路が選択される。図では、経路1は輸送費が安い遅い経路、経路3は輸送費

が高いが早い経路である。図の下半分は、時間価値の確率密度分布であり、それぞれの経路の選択確率は、面積比で算定される。分布形は、時間価値がマイナスの値をとらないことから、対数正規分布としている。

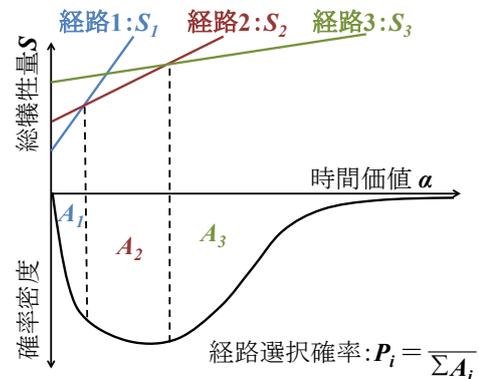


図-12 犠牲量モデルの概念図

本研究で使用したモデルは、基本的には、既開発モデルであるため、その詳細については、文献²³⁾もしくは²⁴⁾を参照頂きたい。ただし、既開発モデルが、2013年のコンテナ貨物流動調査結果を用いてモデルを構築していたのに対し、本研究では2018年の同調査の結果を用いて時間価値の対数正規分布のパラメータを再推計した。推計結果とその確率分布を、図-13に示す。結果は、既開発モデル^{23), 24)}と大きな差はなかった。なお、分布形としては時間価値の最大値に制限はないが、実際には、貨物の価値には限界があり、高い時間価値の貨物は航空輸送を使用する。そのような高い時間価値の貨物を算定から控除するため、貨物の価値と時間価値は比例関係にあるとして、2018年のコンテナ貨物流動調査より、便宜上対欧米コンテナ貨物の上位1%の単価を用いて、最大値を設定した。その結果、時間価値の最大値は、平均値の10倍より小さい範囲に収まった。

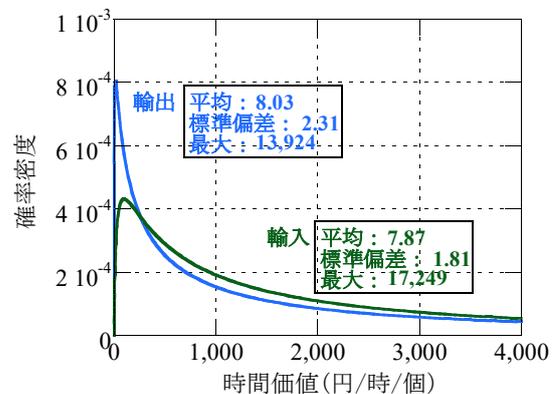


図-13 時間価値分布の推計結果

モデルでは、我が国については、各都道府県1港の代表港湾が、主要な海外 T/S 港湾は、韓国（釜山港等）、中国中部（上海・寧波港）、台湾（高雄港等）、中国南部（香港・深圳諸港等）及び海峡地（Singapore・Tanjung Pelepas 港）がそれぞれ設定され、北米及び欧州の代表港湾は、Los Angeles 及び Rotterdam となっている。このモデルの再現性について、本船への積み込み（日本輸出）、もしくは、本船からの荷卸し（日本輸入）をした港湾（海外 T/S 港湾を含む）の取扱量を、調査実績値とモデル再現値で比較したのが、図-14 である。輸出の取扱量の少ない一部の海外 T/S 港で実績値と再現値に差が見られたが、全般的には精度良く再現できていると言える。

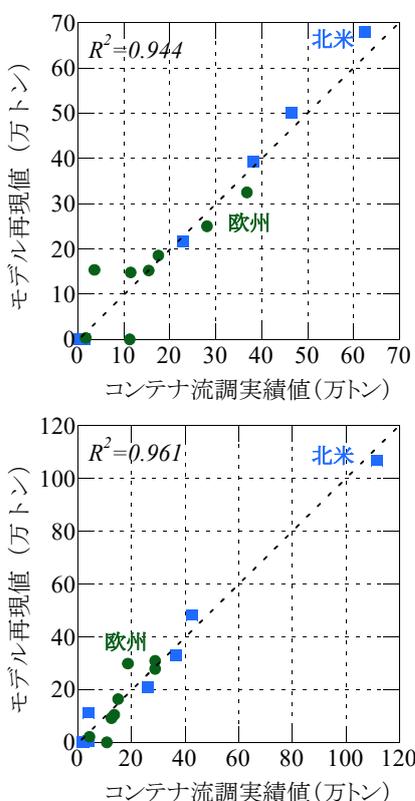


図-14 モデルの本船積・卸港湾の再現性確認
(上：輸出，下：輸入)

4.2 試算ケースの設定

釜山港機能停止試算については、大きくは、現状（2018年）レベルと、我が国への欧米基幹航路の寄港がなくなる場合の2通りで推計をし、その差を確認する。釜山港が機能停止した場合については、2.で確認したとおりの国内の仁川・光陽の両港では第3国間の海外 T/S コンテナを取り扱うことが困難であるため、他国の港湾へ流れることが想定される。その代替港湾を設定するため、現在、釜山港に寄港している欧米基幹航路サービスの、

表-11 釜山港寄港基幹航路の寄港状況（2018年12月）

航路	釜山	上海	寧波	高雄	香港
北米	29	26	19	6	6
欧州	15	14	15	3	4

航路	横浜	東京	名古屋	神戸	大阪
北米	6	0	1	1	1
欧州	0	0	0	0	0

※データ：国際輸送ハンドブック2019, Weeklyサービス

他港への寄港状況を確認したのが、表-11 である。釜山港と航路サービスが最も重複しているのは、上海・寧波港、次いで、高雄・香港港であった。釜山港が機能停止した場合に、最も大きな影響を受けるのは中国発着コンテナであることから、この多量のコンテナ（350万 TEU、表-2の釜山港湾公社2018年データ、T/Sのため港湾取扱量では700万 TEUに相当）の代替港湾を設定する必要がある。ここで、代替港湾として航路サービスが揃っている上海・寧波港と中国他港との間の輸送は、カボタージュの適用を受ける。中国政府が、釜山港機能停止の影響を受けて、一時的に、上海・寧波港と中国他港との間のカボタージュが緩和されるかどうか、試算ケースとして設定する必要がある。以上を踏まえて、試算ケースとしては、表-12の6ケースを設定した。

表-12 試算ケースの設定

算定ケース	1	2	3	4	5	6
我が国への基幹航路寄港	現状		なし			
釜山港の取扱機能	平常	停止	平常	停止		
中国の臨時カボタージュ緩和	なし	あり	なし	あり		

中国政府において、カボタージュが臨時に緩和されるかどうかにより、釜山において T/S されていたコンテナが代替利用する港湾は、表-13のように変化すると設定した。まず、阪神・淡路大震災後において、多少直航が増えていたことから、1割は直航に転換するとした。また、大半が中国北部港湾発着のコンテナ貨物であることから、カボタージュが緩和される場合には、中国中部（上海・寧波港）を6割が使用する一方、カボタージュが緩和されない場合は、台湾（高雄港等）を使用するコンテナが多いものとみなして6割とした。また、2018年のPIERSデータにおいて、中国本土発着の釜山 T/S コンテナのうち、中国関係船社（Ocean Allianceを含む）により輸送されたコンテナが31%を占めていたことと、中国港口年鑑²⁵⁾において2018年の大連・天津港の釜山港との間の航

路サービスにおいて中国関連船社によるサービスの割合が38%であったことを考慮して、カボタージュが緩和されない場合の中国中部利用は、カボタージュが緩和される場合の1/3である2割とした。中国南部は、台湾より遠いため北米航路において不利になるのに加え、港湾諸費用の高い香港港以外はカボタージュに該当してしまうことから、台湾よりは取扱量は少なくなると想定された。

表-13 中国の海外T/Sコンテナの代替港湾設定

カボタージュ 臨時緩和	直航	中国 中部	台湾	その他
あり	1割	6割	2割	1割
なし	1割	2割	6割	1割

釜山港の機能停止により、突然、多量のコンテナの取扱が必要になった港湾では、ターミナル取扱能力に余力がない場合、荷役時間の長期化や沖待ちにより、T/Sに要する時間が増加する。中国中部の上海・寧波の両港については、いずれも、既に取扱能力を超えるコンテナ量を取り扱っている。上海港の取扱能力は、洋山 Phase-4 の完成で4,000万TEUに増加するとされていた²⁵⁾が、2018年の取扱量は4,201万TEUに達し、公称の能力を超えている。寧波港では2020年までに2,600万TEU以上の取扱能力²⁵⁾を持つように整備が進められてきたが、2018年の取扱量が2,635万TEUであり、やはり公称能力を超えている。さらに、両港とも、能力限界と天候不順により遅延発生が激しくなっており、2018年では欧米基幹航路で、それぞれ平均0.5~0.7日/便の遅れが発生していた²⁶⁾。この状態で、さらに、数百万TEUの取扱が上乘せされれば、T/Sの所要時間の増加は避けられない。また、カボタージュなしのケースでは、台湾の高雄港でのT/Sが大きく増加するが、同港の2018年取扱量が1,045万TEUであったのに対して、取扱能力は1,280万TEU²⁷⁾であり、これを大きく超える場合、やはりT/Sの所要時間の増加が想定される。

貨物量の増加による荷役時間や沖待ち時間の長期化については、寄港隻数と各船の荷役時間に依存することは明らかではあるが、現時点で、詳細な算定は難しい。かつて、待ち行列理論による沖待ち時間やバース数の算定方法が構築されてきたが（例えば、文献28)), 1バースに1隻着岸する離散モデルであり、不定期船を対象としていた。岡本ら²⁹⁾は、連続バースによるシミュレーションを行っているが、コンテナ船のスケジュールは考慮されておらず、また、連続バースへの船の割り当てだけでも大きな研究課題であることから、同様のモデルを各港で

構築するのは、釜山港の機能停止の我が国コンテナ貨物への影響を主眼とした本研究の範囲を大きく超えている。そこで、ここでは、簡易な待ち行列理論を用いて、所要時間の増加を算定することとした。待ち行列理論では、例えば銀行の窓口処理において、客の到着時間と、窓口における客1人当たりの処理時間とを用いて、平均待ち時間や待ち人数を求めることができる。客の到着がランダム（ポアソン過程に従う）で、窓口の処理時間が指数分布に従い、先着順に処理を行い、待ち行列の長さ制限がない場合、M/M/c待ち行列として解くことができる（c: 窓口数）。いま、平均到着率（時間当たりの到着数） λ 、平均サービス率（時間当たりの処理数） μ （平均処理時間 $T_s \times$ 窓口数 c の逆数）とすると、利用率 $\rho = \lambda / \mu$ を用いて、平均待ち時間 T_w は、(2)式で算定される。

$$T_w = \frac{\rho}{1-\rho} T_s \quad (2)$$

上海洋山港、寧波港及び高雄港について、Lloyd's List Intelligence の寄港実績データより寄港回数及び平均係留時間を求め、バース数を用いて、M/M/c待ち行列のパラメータを求めた結果が、表-14である。このパラメータより、釜山港機能停止後の貨物量の増加率を平均到着率（平均サービス率）の変化率として、増加後のT/Sの所要時間の増加分を求めた。増加貨物については、寄港船の貨物量増による荷役時間の増加と臨時便による寄港回数の増加の両者が想定されるが、(2)式においては、いずれも同じ変化となる。東日本大震災後においては、秋田、酒田、新潟の各港において、東日本の太平洋側港湾からの代替利用によるコンテナ取扱量の増加に対して、主に臨時増便により対応していた³⁰⁾。増加貨物量は、後述するように、阪神・淡路大震災時の神戸港の機能復旧ペースを参考に、釜山港の機能が完全に停止してから回復するまでの間に他港を代替利用するコンテナの平均的な状況として、全中国発着のT/S貨物の8割：560万TEUを表-13により配分した。中国中部については、上海・寧波への基幹航路サービスの重複寄港を考慮した。高雄港については、取扱能力1,280万TEUを超過した取扱量による

表-14 各港の待ち行列パラメータ

港湾	上海 (洋山)	寧波	高雄
バース数	23	22	26
平均係留時間	23.2	16.3	15.7
寄港回数/月	351	670	714
平均到着率	0.472	0.901	0.960
平均サービス率	0.040	0.055	0.056
平均利用率	0.517	0.751	0.655

所要時間の増加分を算定した。ここで、高雄港に次いで代替利用が想定される香港港については、2018年の取扱量1,960万TEUに対して、2011年には2,438万TEUを取り扱っており、能力には余裕があり、数十万TEU程度の増加では、所要時間は変化しないものとみなした。

以上より、各算定ケース・港湾に対する所要時間増は、次のように設定した。

- ・中国のカボタージュが臨時緩和されない場合
中国中部港湾T/S：5時間増
台湾港湾T/S：12時間増
- ・中国のカボタージュが臨時緩和される場合
中国中部港湾T/S：16時間増
台湾港湾T/S：変化なし

5. 流動変化試算の結果と考察

5.1 試算結果

前章で述べてきた方法・設定により、対欧米コンテナ流動の変化を試算した結果が、図-15～図-18である。輸出入、北米・欧州それぞれについて、表-12に示す6ケースの算定結果を示している。図-15の北米・輸出では、ケース1：現況再現に対して、ケース2及び3の釜山港停止の場合は、ほとんど全量を直航航路が代替している。これに対して、ケース4：基幹航路の寄港がなくなるケースでは、ほぼ全量が釜山T/Sとなり、この状況で釜山港が停止すると、中国のカボタージュの臨時緩和がないケース5では全量中国南部T/S、カボタージュの臨時緩和があるケース6では中国南部と台湾T/Sが概ね半々となっていた。

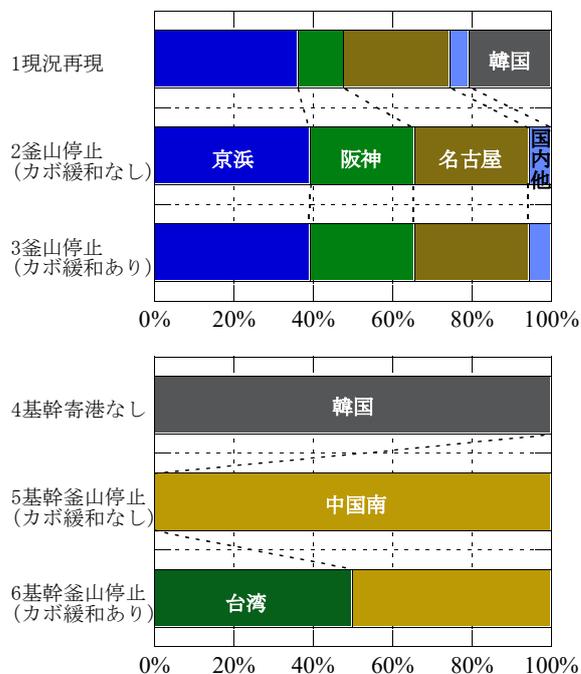


図-15 本船積卸港湾の変化推計結果 (北米輸出)

図-16の欧州・輸出では、ケース1：現況再現に対して、ケース2及び3の釜山港停止の場合は、いずれも海峡地T/Sが大幅に増加し、カボタージュ臨時緩和のないケース2では他に中国南部T/S、臨時緩和のあるケース3では他に台湾T/Sが見られた。基幹航路の寄港がなくなるケース4では、ほとんどが、韓国、中国中部及び海峡地T/Sへの転換となり、釜山港が停止すると、大半が海峡地(Singapore・Tanjung Pelepas 港) T/Sとなり、残りは、カボタージュの臨時緩和がないケース5では中国南部T/S、臨時緩和があるケース6では台湾T/Sとなっていた。

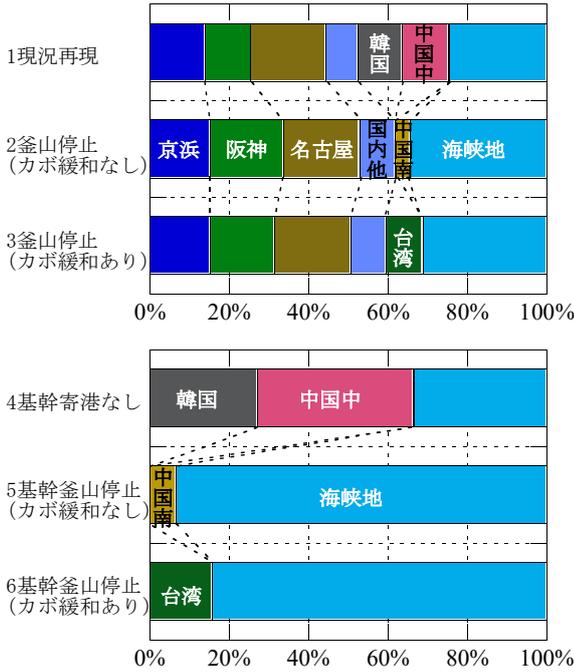


図-16 本船積卸港湾の変化推計結果（欧州輸出）

図-17の北米・輸入では、ケース1:現況再現に対して、ケース2及び3の釜山港停止の場合、直航航路が増加すると共に、残りは、ほとんどが中国南部 T/S となっていた。これに対して、ケース4:基幹航路の寄港がなくなるケースでは、韓国、中国中部及び台湾 T/S へ転換しており、釜山港が停止すると、中国のカボタージュの臨時緩和がないケース5では大半が中国南部 T/S に、臨

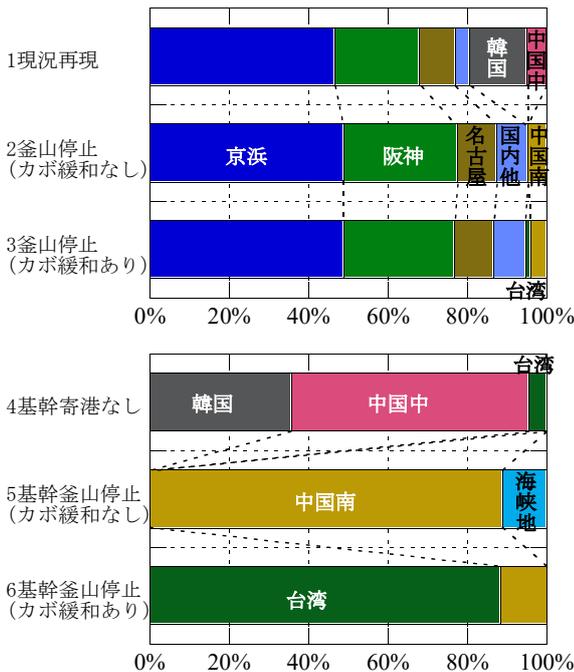


図-17 本船積卸港湾の変化推計結果（北米輸入）

時緩和があるケース6では大半が台湾 T/S になっていた。

図-18の欧州・輸入では、ケース1:現況再現に対して、ケース2及び3の釜山港停止の場合、いずれも韓国・中国中部 T/S の多くが海峡地 T/S に転換し、他にケース2では中国南部 T/S、ケース3では台湾及び中国南部 T/S が見られた。基幹航路の寄港がなくなるケース4では、韓国、中国中部、台湾及び海峡地 T/S へ転換しており、釜山港が停止すると、大半が海峡地 T/S となり、残りは、中国のカボタージュの臨時緩和がないケース5では中国南部 T/S、臨時緩和があるケース6では台湾及び中国南部 T/S となっていた。

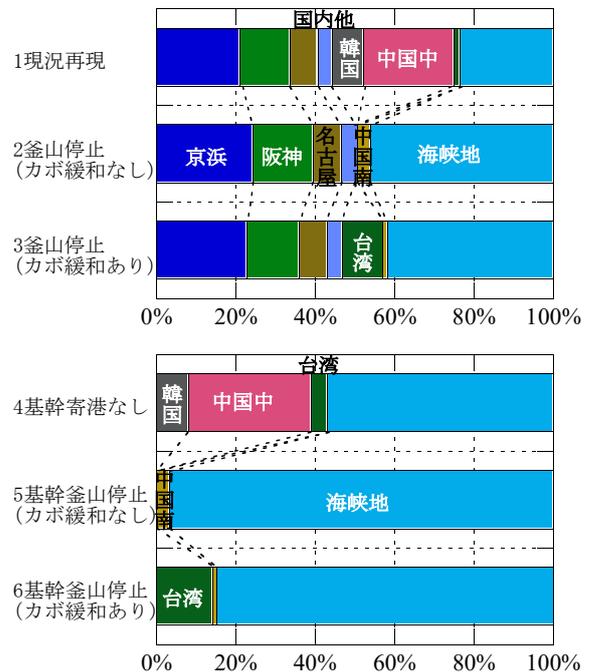


図-18 本船積卸港湾の変化推計結果（欧州輸入）

全般的には、現状において釜山港が機能停止した場合、大きな部分を直航が担うのに対して、基幹航路の我が国港湾への寄港がなくなる場合、海外 T/S 港湾が状況により大きく変化するとの推計結果であった。

5.2 輸送コスト・時間増の推計

前節での流動変化の推計結果を基に、まず、輸送コストの増大額を推計した。この際、釜山港機能停止の影響がどの程度の期間に及ぶのかを定める必要がある。ここでは、阪神・淡路大震災と同程度の期間の影響があると仮定し、その期間中の取扱能力は、図-6に整理したガントリークレーン数の復旧率で代表されることとした。釜山港の2019年の取扱量2,199万TEUが、釜山港湾公社による取扱能力1,921万TEU⁷⁾を超過していることから、取

扱能力を2,199万TEUとみなし、当初は韓国国内発着コンテナを優先的に扱い、その後、第3国間T/Sの扱いを復活させていくと想定すると、その取扱量は図-19のように設定される。この海外T/S取扱量の復旧ペースが、全相手地域・航路にて共通とみなせば、影響全期間において他港にてT/Sを強いられるコンテナの割合は、図-20のイメージにおいて他港代替利用となっている部分の合計となり、換算すると15.7ヶ月分となった。なお、他港代替利用部分について、その換算取扱量全体に対する平均の利用率は80%であったことから(図-20)、試算ケース設定における中国発着T/Sコンテナは8割と設定した(4.2)。ここで、輸送コスト・時間増大算定、すなわち、本研究のモデル算定の対象は、他国代替利用のコンテナのみであり、釜山港の機能回復により同港を利用できたT/S貨物は、平常時の経路を使うため、輸送コスト・時間に変化はなく、算定対象には含まれない。

流動変化のモデル推計では、1ヶ月分の算定を行っており、これに、他国T/Sを強いられる期間15.7ヶ月を乗じることにより、輸送コスト増大額を推計した。その結果が、表-15である。現況において釜山港の停止が発生し、その影響が阪神・淡路大震災と同程度継続する場合、我が国の対欧米コンテナ輸送合計で、約8百~1千億円の輸送コスト増大となるのに対して、基幹航路の寄港がなくなる状態からの場合、釜山港停止の影響は約1千7百~2千2百億円の輸送コスト増大となると推計された。輸送コスト面では、我が国への基幹航路の寄港の有無の差は、対北米において大きく出ており、対欧州においては大きな差はなかった。図-15~図-18の流動変化においては、対北米では現状レベルでは直航利用の割合が大きく増加していたのに対し、基幹航路の寄港がなくなると台湾や中国南部へのT/Sにより大きな迂回を強いられることがその原因と考えられる。一方、対欧州においては、現状ベースでの直航利用の割合はそれほど大きく増えず、欧州との間の輸送経路上にある海峡地でのT/Sへの転換

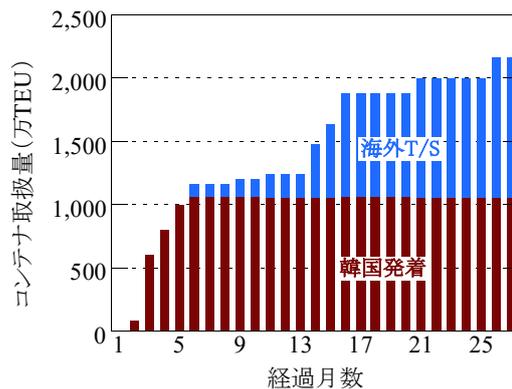


図-19 釜山港のコンテナ取扱量の復旧設定

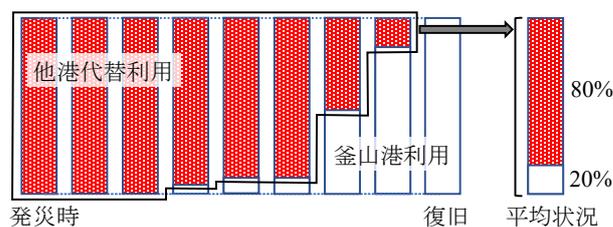


図-20 発災後の海外T/Sコンテナ取扱のイメージ

が見られており、これは、我が国から基幹航路がなくなった場合も同様であることから、大きな差が見られなかった。

次いで、輸送時間の増加結果を、表-16に整理した。輸送時間の増加も、在庫コストの増大等により、結果としてコスト増に結びつく。現状ベースの算定では、いずれの場合も、平均輸送時間は数時間程度の増加に収まっていたのに対し、基幹航路の寄港がなくなる場合、対欧州輸出で10時間超、対北米では概ね3~6日の増加となっていた。我が国への基幹航路の寄港がなくなる場合には、釜山T/Sから中国中部や台湾T/Sへの転換を強いられることから、輸送時間も大幅に増加することが確認された。

表-15 輸送コスト増大額推計値(億円)

算定ケース		輸出		輸入		合計
		北米	欧州	北米	欧州	
1現況	→ 2釜山停止 (カボ緩和なし)	100	146	323	455	1,025
	→ 3釜山停止 (カボ緩和あり)	100	130	302	264	796
4基幹なし	→ 5基幹釜山停止 (カボ緩和なし)	644	143	951	429	2,167
	→ 6基幹釜山停止 (カボ緩和あり)	586	104	754	272	1,715

表-16 平均増加輸送時間の推計値（時間）

算定ケース		輸出		輸入	
		北米	欧州	北米	欧州
1現況	→ 2釜山停止 (カボ緩和なし)	5.2	2.1	3.4	3.7
	→ 3釜山停止 (カボ緩和あり)	5.2	2.5	3.5	1.6
4基幹なし	→ 5基幹釜山停止 (カボ緩和なし)	120.6	11.9	135.7	6.8
	→ 6基幹釜山停止 (カボ緩和あり)	104.0	12.3	79.9	2.0

5.3 推計結果の考察

釜山港が機能停止した場合で、その影響期間が阪神・淡路大震災と同程度であると仮定すると、前節での推計結果では、我が国への欧米基幹航路の寄港がなくなる場合、現状に比べて、直接の輸送コストが約1千億円増大し、さらに輸送時間でも、特に北米では、3～6日の増加を強いられることが明らかになった。この基幹航路の寄港がなくなる場合の、釜山港停止による輸送コスト増大額自体は、黒田・安東³¹⁾による阪神・淡路大震災後の2年間における外貿コンテナ輸送コスト増大額：約2,000億円と同レベルであり、さらに、輸送日数の増大に伴う時間コストの増加も膨大であることから、我が国の対欧米コンテナ輸送における経済損失は甚大である。また、中南米航路でも釜山港 T/S の割合は大きく、同様の損失が想定される。

もっとも、輸送コスト増大額の推計値は、釜山港の機能停止による影響期間の長さに依存しており、例えば、影響期間が半分になれば、算定上、増大額も半分になる。一方で、この推計は、事前に釜山港が利用できないことが判明している状態での推計結果である。中国発着 T/S コンテナによる上海・寧波港や高雄港での混雑状況も把握した上での航路選択結果である。実際に、釜山港が突然機能停止する場合、輸送途上のコンテナの到着見込みがたたなくなり、荷主は、届かない貨物の航空便等による代替輸送を強いられることとなる。2014～15年の米国西岸港湾の労使交渉に伴う混乱では、自動車部品等が大量に航空輸送されている³²⁾。上海・寧波港や高雄港が混雑しているにもかかわらず、船社の T/S コンテナ集約の方針で、利用を強いられる場合も考えられる。さらには、実際の運賃は、本研究で推計したコスト以上に高騰することが予想され、この運賃の大幅な増大は、我が国及び世界の経済全体へ波及し、減速させることとなる。

それぞれのシナリオにおいては、天津、青島、大連等の中国港湾を発着する大量の T/S コンテナの、釜山港からの転換先を仮定した。現に釜山港へ寄港している東西

基幹航路のコンテナサービスの他港湾への寄港状況（表-11）と、釜山港からの距離を踏まえれば、上海・寧波の両港が T/S コンテナの転換先の第一候補となり、ここに、カボタージュの臨時緩和の有無が関係すること、カボタージュが臨時緩和されない場合には高雄港が主な転換先になることは間違いないと考えられるが、我が国への基幹航路の寄港が維持されている状態であれば、一部は、横浜港へ転換する可能性も考えられる。これにより、同港が、取扱能力を大きく超える場合、第三国間 T/S のみならず、日本発着のコンテナ荷役に要する時間が増加することとなるが、横浜港の北米航路は、ほとんど（2018年11月時点では、2MのTP8以外の全て）が西航（日本輸入向け）であり、多量の中国発コンテナにとって所要時間が大幅に増える使いにくいサービスであることから、大きな量にはならないと想定される。また、横浜港の2018年の取扱量は274万TEUであったが、2008年には320万TEUを取り扱っており、その後、2015年に南本牧ふ頭MC-3が供用開始（さらには、2020年8月にはMC-4も供用開始）しており、数十万TEUの増加であれば、大きな影響はでないものと想定される。

また、今回の推計では、アジア航路については対象とはしなかった。これは、対欧米コンテナ輸送における基幹航路の寄港の有無による、釜山港機能停止の影響の相違を把握することが目的であったためで、アジア航路については、当面、日本への寄港がなくなることは想定されないと見たためである。しかし、表-5で見たように、対中国や東南アジアのコンテナ輸送においても、多くが釜山港 T/S を選択している。これらのコンテナも、釜山港が機能停止した場合には、直航航路や混雑が激しくない他港 T/S への転換が容易ではない場合には、同様に、大きな影響を受けることになるだろう。

5.4 国際コンテナ流動にかかる新たなリスクとその対応

2020年に入ってから猛威を振るった新型コロナウイルスによる感染症により、グローバル・サプライチェーン

は大きな影響を受けた。2～3月には、中国の工場における生産停止により世界中に部品等が供給されず、4月以後は、世界における感染の影響での需要の急激な減少が発生した。地震・津波・台風といった自然災害と異なり、感染症は、目に見えないうちに広がり、多地域で突発的・連続的に大きな影響を及ぼし、終わりが見えないとの大きな特徴がある。これまでのところ、当初、中国港湾での人員不足によりスケジュールの遅延や航海のキャンセルが発生した³³⁾他、南アフリカやフィリピンにおいて、ロックダウンの影響によるコンテナターミナルの大幅な機能低下が発生している³⁴⁾、³⁵⁾。香港港では、コンテナターミナルの感染者数が、一時65人に達し、さらに増えた場合のターミナル閉鎖等が議論されたものの、結果として、ターミナルは通常通り稼働していた模様である³⁶⁾。夏以降、Felixstowe, Southampton, London Gateway等の英国の港湾では感染拡大により港湾労働者が不足し、11月には抜港や欧州大陸で荷揚げし陸送するケースも発生している³⁷⁾。12月には大連港で輸入冷蔵貨物の作業に従事していた職員から感染者が発生し、21日には入港が禁止され、港湾機能が完全に停止した³⁸⁾、³⁹⁾。船員交代の問題も含め、国際海上物流を止めないように様々な努力がなされているが、2020年冬期の感染拡大により、港湾・物流機能への影響が広がっており、同時に、コンテナ輸送需要が急激に増大し、多くの港湾で機能停滞や滞船が発生している。このような状況を踏まえると、他国の港湾に、我が国の輸出入貨物の取扱の大半を委ねることは、サプライチェーン上の一つのリスクであり、今般の新型コロナウイルスの影響により、その危険度が改めて確認されたとも言える。

新型コロナウイルス禍後においては、世界規模の感染症の発生・蔓延を踏まえたグローバル・サプライチェーンの改編が進むことが想定される。コロナ禍による需要の変化に応じた産業構造の変化が進み、可視化、無人化、リモート化、グリーン化といった方向性が、従前より強く推進されることとなるだろう。その中で、グローバル・サプライチェーンは、一部では地産・地消が進むとしても、大きな方向性としては、国際競争力を維持しつつ、生産拠点の多重化（我が国工場のマザー工場化を含む各工場での製造可能な品種数の増加）や、中間在庫拠点の設置、輸送経路の多重化といった災害対応力を上昇させる方向に進むと想定される。政府は、既に、中国に依存しすぎたサプライチェーンの国内回帰や東南アジア諸国への移転等リスク分散のための支援制度を立ち上げており、応募が殺到している⁴⁰⁾、⁴¹⁾。また、MSC や CMA-CGM は、ハブ港湾でのコンテナ貨物の一時保管サービスを展

開しており、港湾でも同様の動きもある⁴²⁾。この観点からは、我が国への直航航路が維持されていることは、海外 T/S 経路に何か問題が発生した際の待避先として、災害対策上は大きな意味を持つと言えるだろう。本研究の推計に依れば、海外 T/S を海外の他港で代替することは、輸送コスト・時間の大きな増加に繋がる。

2014～15年の米国西岸港湾の事例では、西岸ルートに依存していた日本の自動車メーカーは、臨時の航空輸送により部品を輸送したが北米工場では減産を強いられた。これに対し、従前より東岸ルートも使用していた韓国の自動車メーカーは、西岸港湾混乱時は、東岸ルートの輸送量を増やし、結果として、生産には影響がなかった³²⁾。もちろん、平常時の効率性が大きく劣る経路を災害時のためだけに維持することはできず、日本の自動車メーカーは、その後も、変わらずに基本的には西岸ルートを利用している。経済原則に任せていては、集中が進む、あるいは、集中が解消しない状況において、災害時を念頭に分散化を図るためには、何らかの公共による関与が望ましいと考えられる。現時点では、欧米基幹航路の維持・拡充を図る国際コンテナ戦略港湾政策では、海外 T/S 港湾経路の途絶可能性を意識した施策内容は見当たらない。しかし、本研究の成果を踏まえれば、今後は、世界規模の感染症といった新たなリスクも念頭に、現在、主に海外港湾を T/S で利用している我が国の荷主等を対象として、災害等による海外 T/S 港湾の機能停滞時において、直航航路を利用したサプライチェーンの維持を推進するような政策の展開も有効なのではないだろうか。

6. 結論

本研究は、我が国の欧米基幹航路の釜山港への依存度の高まりを踏まえ、釜山港が全面的に機能停止した場合に、①我が国への欧米基幹航路が現状レベルに維持されているケースと、②我が国への基幹航路の寄港がなくなるケースにおいて、輸送コスト・時間の増加がどれほど異なるのかを、既往の港湾・経路選択モデルを使用して試算したものである。本研究で得られた結論は、以下のとおり。

- (1) 我が国へ寄港する基幹航路数の減少や釜山港 T/S 量増加の中で、港湾・海運の機能停止・低下の前例を踏まえて、釜山港が機能停止する危険性を提起した。
- (2) 港湾・経路選択モデルによる流動推計では、①現状ベースでは我が国直航航路の割合が、特に、対北米で大きく伸びていたのに対し、②基幹航路の寄港がなくなる状況では、大半が中国南部、台湾及びシンガポール等海峡地での T/S に転換することが判った。
- (3) 輸送コスト増大額の推計では、釜山港が阪神・淡路大震災と同程度の期間で機能停止した場合、①現状ベースでは約 8 百～1 千億円のコスト増に収まるのに対して、②基幹航路の寄港がなくなる状況では約 1 千 7 百～2 千 2 百億円に及ぶとの推計結果となった。輸送時間でも、①現状ベースでは、数時間の増加に留まるのに対し、②基幹航路の寄港がなくなる状況では、対北米では、概ね 3～6 日増加との推計結果であった。
- (4) 以上の推計結果を踏まえ、釜山港の機能停止の危険性と、新型コロナウイルス影響によるグローバル・サプライチェーンの変革とを踏まえた政策展開の方向性を提案した。

本研究では、四面環海の我が国において、海外の港湾に大きく依存する場合の、災害等による当該港湾の機能停滞の危険性について論じた。我が国への欧米基幹コンテナ航路の寄港がなくなる状況で、阪神・淡路大震災と同程度の期間で釜山港が機能停止すれば、対欧米だけで、阪神・淡路大震災を超える輸送コスト増大が推計され、釜山港の機能がどの程度停滞する可能性があるのかによる部分があるとは言え、停滞が発生した場合のリスクについては、ある程度明らかになったと考えられる。すなわち、基幹航路の我が国への寄港の維持が、海外 T/S 港

湾の機能停滞リスクに対して、我が国企業のグローバル・サプライチェーンを維持するためにも有効であることが判った。今後は、平常時において、他国の港湾へ大きく依存することについても、企業の国際競争力等の観点からの分析を試みたいと考えている。我が国企業のグローバル・サプライチェーンの国際競争力を維持・向上させつつ、その途絶・停滞を防ぐため、引き続き研究を進めて参りたい。

(2021 年 2 月 1 日受付)

参考文献

- 1) 日本経済新聞社：バイルートの大規模爆発 硝酸アンモニウムの連鎖か，日本経済新聞，2020年8月21日記事，2020.
- 2) 海事プレス社：《連載》天津新港，爆発事故3ヶ月〈下〉，2015年11月17日記事，海事プレス，2015.
- 3) Akakura Y., Ono K., Watanabe T. and Kawamura H.: Estimation of Alternative Ports for Container Transport after Large-scale Disasters - Estimation Method and Application to Port-BCPs -, IDRIM Journal, Vol.5, No.2, pp.135-152, 2015.
- 4) Congressional Budget Office, the Congress of the United States: The Economic Costs of Disruptions in Container Shipments, 2006.
- 5) 船瀬悠太，多々納裕一，土屋哲：港湾の機能停止の国際経済への影響分析手法：空間的応用一般均衡アプローチ，土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, pp.I_243-I_254, 2011
- 6) Werling J. et al. (Inforum at the University of Maryland): The National Impact of a West Coast Port Stoppage, Inforum Report, Commissioned by the National Association of Manufacturers and the National Retail Federation, 2014.
- 7) Busan Port Authority: 2019 Container Statistics of BUSAN Port, 2020.
- 8) Incheon Port Authority: PORT OF INCHEON, 2019.
- 9) 森本清二郎，松田琢磨：中国の外航海運関連制度－船舶登録，税制，カボタージュ，運輸政策研究，Vol.18, No.1, pp.19-23, 2015.
- 10) MarineLink: Shanghai Cabotage Liberalized: 'Effect Limited' Say Analysts, MarineLink, Nov. 18. 2013.
- 11) Celia Chen: China's easing of cabotage rules deals serious blow to Hong Kong port industry, say experts, South China Morning, Nov. 24, 2016.
- 12) 池上寛：三通解禁以降の台湾と中国における怪獣輸送と港湾の変化，アジアにおける海上輸送と中韓台の港湾，pp.187-217, 2013.
- 13) 東亜日報：貨物ストで輸出被害拡大，すでに3億ドル上回る，2003年8月25日記事，2013.
- 14) 田村幸雄，吉田昭仁，趙康朽，速報 台風Maemiによる釜山での被害－建物被害を中心として－，日本災害学会，Vol.22, No.4, pp.355-364, 2004.
- 15) The Chosun Ilbo.: Busan Port's Clients Skittish After Typhoon, Chosunilbo, Sep. 22. 2003.
- 16) 日本海事新聞社：釜山港／台風14号被害：本船運航は影響軽微。政府「韓国離れ」防止に全力。Gクレールン8基倒壊。カボタージュ輸送一部許容へ，日本海事新聞2003年9月17日付記事，2003.
- 17) 日本海事新聞社：釜山港 台風影響滞船続く，2020年10月8日付記事，2020.
- 18) 運輸章第三港湾建設局震災復興建設部：神戸港震災復興誌－港湾施設の復旧記録－，1998.
- 19) 池田龍彦監修，小野憲司，赤倉康寛，角浩美：大規模災害時の港湾機能継続マネジメント BCP作成の理論と実践，公益社団法人日本港湾協会，2016.
- 20) 神戸市：神戸港大観 平成6～8年版，1994～1996.
- 21) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会，社団法人土木学会：阪神・淡路大震災調査報告，交通施設と農業施設の被害と復旧，1998.
- 22) 財団法人海事産業研究所：阪神・淡路大震災の海運及び海上物流への影響，平成7年9月，1995.
- 23) 佐々木友子，赤倉康寛，渡部富博：我が国とアジア・欧米地域との国際海上コンテナ貨物流動に関わる経路選択モデルの構築，国土技術政策総合研究所資料，No.943, 2017.
- 24) 佐々木友子，赤倉康寛，渡部富博：我が国の国際海上コンテナ貨物の経路選択モデルの構築，沿岸域学会誌，Vol.30, No.3, pp.79-90, 2017.
- 25) 中華人民共和国交通運輸部主管，中国港口協会：中国港口年鑑2016年版，2016.
- 26) 赤倉康寛：東西基幹コンテナ航路の定時性の把握と遅延要因の分析，土木学会論文集 D3, Vol.76, No.1, pp.33-42, 2020.
- 27) Taiwan International Port Corp., Ltd.: Port of Kaohsiung, 2018.
- 28) 奥山育英，笹島博，早藤能伸，中井典倫子：ポアソン到着待ち合わせモデルの数表－埠頭の数およびは靴規模の決定－，港湾技術研究所報告，Vol.13, No.1, pp.87-151, 1974.
- 29) 岡本辰生，竹内泰弘，伴田勝：AIS データと待ち行列モデルを用いたバース・ウィンドウ運用効率化の基礎的検討，土木計画学研究・講演集，Vol.59, CD-ROM, 2019.
- 30) 赤倉康寛，小野憲司，渡部富博，川村浩：広域港湾BCPのための大規模地震・津波後の代替港湾の推計，土木学会論文集 B3, Vol.71, No.2, pp.I_689-I_694, 2015.
- 31) 黒田勝彦，安東昌輝：阪神・淡路大震災による神戸港利用荷主の輸送費増加損失について，阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp.1-6, 1997.
- 32) 赤倉康寛，佐々木友子，小野憲司，渡部富博：港湾・海運における人為災害による国際海上コンテナ輸送への影響の把握・分析，国土技術政策総合研究所研究報告，No.60, 2018.
- 33) 海事プレス社：新型肺炎 不可抗力による輸送キャンセル懸念 港湾人員不足で遅延発生，Daily Cargo, 2020年2月7日付記事，2020.
- 34) 日本海事新聞社：南アフリカ 港湾荷役に制限 コンテナはリーファー優先，2020年3月26日付記事，2020.
- 35) 日本海事新聞社：マニラ港 都市封鎖で混雑悪化 政府港湾閉鎖の可能性示唆，2020年4月3日付記事，2020.
- 36) 日本海事新聞社：香港 CTで感染者増加 閉鎖せず通常通り稼働，2020年8月19日付記事，2020.
- 37) 日本海事新聞社：英国港湾 混雑悪化の一途 労働者不足改善めど立たず，2020年11月16日付記事，2020.
- 38) 神原汽船株式会社定期コンテナ船部：大連港クローズについてのご案内，2020年12月22日付，2020.
- 39) 日本海事新聞社：大連港 機能低下 物流混乱 コ

- ロナ対応で検疫強化, 2020年12月28日付記事, 2020.
- 40) 日本経済新聞社:「生産回帰補助」競争率11倍 1600億円で マスクなど供給網混乱で, 2020年9月9日付記事, 2020.
 - 41) 日本経済新聞社:供給網分散 企業に補助金 政府、東南アジア拠点設置で, 2020年10月15日付記事, 2020.
 - 42) 日本海事新聞社:物流混乱 港湾保管型サービス拡充, 2020年4月14日付記事, 2020.

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1155

March 2021

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1155

我が国の対欧米コンテナ輸送において海外港湾に依存するリスクの分析

March 2021