

大規模災害後の外貨コンテナ貨物の代替港湾 の取扱能力と輸送経路の推計

Estimation of the Alternative Port/Route of International Container Transport after Large Scale Disaster with Consideration of the Handling Capacity of Alternative Port

赤倉康寛・小野憲司

Yasuhiro AKAKURA and Kenji ONO

Synopsis

At the Great East Japan Earthquake, the port facilities of east Japan on the Pacific suffered severe damage: this led stagnation of international container transport, caused interception of the supply chain of many companies and let the economic damage extend. For the countermeasures, Port-BCPs (Business Continuity Plan for port management) are now being developed. One of the most important issues of Port-BCP is to identify the alternative port for compensating the supply-demand gap at damaged port. Against this background, this study targets the international containerized cargo transport and conducts: (1) the analysis of alternative port after the Great East Japan Earthquake by using PIERS data, (2) the estimation of container handling capacity of alternative port after large scale disaster and (3) the development of estimation model for alternative port/route with consideration of the handling capacity limit of alternative port.

キーワード: コンテナ輸送, 港湾BCP, 代替港湾, コンテナ取扱能力, 犠牲量モデル

Keywords: container transport, port-BCP, alternative port, container handling capacity, sacrifice model

1. 序 論

東日本大震災では、多くの企業のサプライチェーンが寸断され、経済被害がさらに拡大した。そこで、今後の大規模災害に対して、なるべく途絶しない物流網の構築に向け、各港湾等において港湾BCP (Business Continuity Plan) の策定が進められている。その中で、被災港湾での需給ギャップ（能力不足）を補う代替港湾の特定は、最も重要な検討事項の一つである。以上の状況を踏まえ、本研究は、外貨コンテナ貨物を対象に、東日本大震災後における代替港湾の利用状況を確認した上で、大規模災害後の代替港湾の取扱能力を推計し、さらに、この能力値を踏まえた代替港湾・輸送経路の推計手法を構築するものである。

東日本大震災においては、東日本の太平洋側の港

湾が甚大な被害を受け、その復旧には長い期間を必要とした。仙台塩釜港の高砂コンテナターミナルでは、内貨コンテナ航路の再開に3ヶ月、外貨コンテナ航路の再開に半年を要した。このような状況に対して、国土交通省交通政策審議会港湾分科会防災部会では、今後の地震・津波対策の基本的考え方として、「港湾における地震・津波対策のあり方～島国日本の生命線の維持に向けて～」(平成24年6月)をとりまとめた。その中では①限られた人的・物的資源の中で、効果的かつ迅速な応急復旧により港湾物流機能を回復するため、港湾BCPを策定して関係者間で共有することが必要であることと、②港湾相互のバックアップ体制をあらかじめ検討し、バックアップ機能を有する港湾を港湾BCPに位置付ける必要があることが示されている。

今後発生が想定される首都直下地震や南海トラフ

Table 1 Container Throughput of Damaged Port

Disaster	Damaged Port	H22 Throughput ('000TEU & %)	
the Great East Japan Earthquake	Hachinohe ~Kashima	258.5	1.3%
Tokyo Inland Earthquake	Tokyo-Bay	7,691.0	37.6%
Nankai Trough Earthquake	Shimizu ~Aburatsu	3,570.1 ~9,211.1	17.5% ~45.0%

地震では、東日本大震災に比べて、コンテナ取扱量の多い港湾が被害を受ける。港湾調査（国土交通省，2012）により、各地震による被災港湾のコンテナ取扱量の全国計に対する割合をTable 1に示すが、東日本大震災の被災港湾が数%であったのに対し、首都直下地震では全国の約4割、南海トラフ地震では想定にも依るが最大5割弱を占めていた。そのため、バックアップ機能を受け持つ代替港湾の特定に当たっては、その取扱能力を確認しておく必要があり、その結果によっては、更なる代替港湾を想定しておく必要性も考えられる。実際、東日本大震災後には、秋田・酒田・新潟港は取扱能力近くまで取り扱っており、一部のコンテナ貨物は他港湾の利用を余儀なくされている。以上の状況を踏まえ、本稿では、2.において東日本大震災での代替港湾の利用状況を確認し、3.において代替港湾の取扱能力を推計し、4.において、既開発の港湾・輸送経路選択モデルを用いて、取扱能力を踏まえた代替港湾を推計し、5.において結論をとりまとめる。

2. 東日本大震災での代替港湾の利用状況

2.1 既往データ

東日本大震災における外貿コンテナ貨物の代替港湾については、筆者らが、既報（赤倉・小野，2013）において、国土交通省東北地方整備局によるアンケート結果と、推計モデルによる推計結果とを示している。Fig. 1にそのアンケート結果を示すが、データが限られることから、縦軸は事業所数で把握しており、定量的な議論は難しい状況にある。一方、港湾調査（国土交通省）では、各港湾のコンテナ取扱量は整理されているが、震災前に仙台塩釜港を利用していたコンテナ荷主が、震災後にどこの港湾を利用したか、といった「代替の動き」を直接把握することはできない。

2.2 PIERSデータによる把握方法

本稿では、「代替の動き」を直接把握するため、

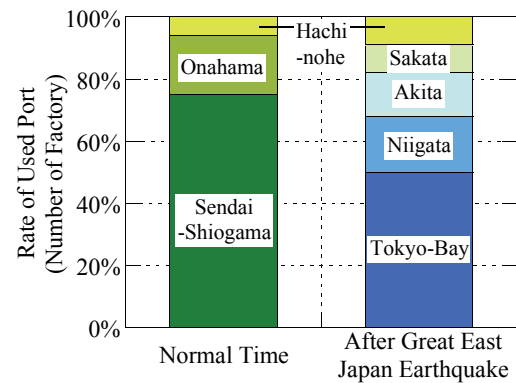


Fig. 1 Result of Questionnaire about Alternative Port

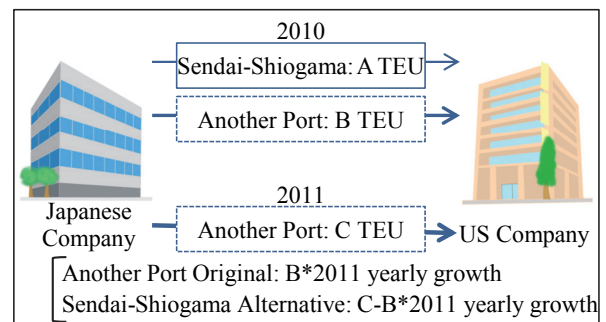


Fig. 2 Calculation Method of Alternative Port

米国輸出入貨物の詳細データPIERS（Port import/Export Reporting Service）を用いた。同データは、米国の情報公開法に基づき、税関の貨物明細書をデータベース化したものである。米国輸入データについては、海外の荷送り企業及び米国荷受け企業の両方の企業名・住所が把握できる（米国輸出データについては、米国荷送り企業のみ）。

まず、2010年4～7月（データの日付は米国通関日。日本船積み日は約2週間前のため、概ね3月中旬以降）のデータを基に、仙台塩釜港を継続利用する対米国荷送り企業を特定した。それらの企業により、前年同月と同じ企業間で輸送されたコンテナは、同じ製品の輸送であるとみなし、仙台塩釜港から代替輸送されたコンテナ量を特定した。ここで注意が必要なのは、企業の住所は、大半の場合本社所在地となっており、実際の生産事業所の住所ではない点である。すなわち、当該企業が通常仙台塩釜港しか使用していない場合には問題がないが、例えば、東北地方と中部地方に工場を持ち、両方から輸出をしている場合、当該貨物の日本輸出企業名・住所は同じものとなる。そのため、仙台塩釜港からの代替輸送分は、事業所の位置情報や、Fig. 2のように従来からその他の港湾で輸送されていた貨物量を控除することにより特定した。また、商社が荷送り企業となっている場合には、品目が一致することも条件とした。ここで、Fig. 2に示す2011年の2010年に対するコンテナ貨

物の伸び率（2011 yearly growth）は、仙台塩釜港の継続利用荷主の2010年1・2月から2011年の同月への伸び率の平均値：8.3%を採用した。

PIERSデータでは、米国輸入（日本輸出）コンテナの輸送経路として、最初船積港と仕出港が把握できる。最初船積港とは、当該コンテナ貨物を最初に船積みした港湾であり、仕出港とは、米国港湾に向けて本船に船積みした港湾である。直行便を利用した場合、最初船積港と仕出港が同じ港湾となる。仕出港には、釜山港等海外の港湾も含まれる。

2010年時点において、仙台塩釜港の対米国荷送り企業をコンテナ量で整理すると、宮城県岩沼市に工場がある企業が約6割を占めていた。同港の対米国輸出は、この1社の同港に大きく左右される状態であったと言える。なお、データの1～2割は、何らかの理由により、企業名が伏せられたデータであった。

2.3 把握結果

(1) 代替港湾の特定結果

2011年4月～7月について、最初船積港（Port of Origin）の代替港湾を特定した結果が、Fig. 3である。4月時点では仙台塩釜港が残っているが、これは、同港の港頭地区での荷受けされたコンテナか、何らかの理由で遅れて輸送されたコンテナと推察される。これを除けば、大半は東京湾であり、わずかに苫小牧港や秋田港が見られた。5月以降になると、代替港湾は東京湾と新潟港に限定されており、6月には仙台塩釜港の内航フィーダー航路が再開（2011年6月8日に内航フィーダー第1船が同港に入港）したため、コンテナ貨物の利用が戻ってきていた。

次に、仕出港（Port of Loading）の代替港湾を特定した結果が、Fig. 4である。平常時（2010年4～7月）、仙台塩釜港で最初船積みされたコンテナは、約6割が直行、約4割が東京湾へのフィーダー輸送であったが、震災後の新潟港最初船積みのコンテナは釜山港での本船積みであり、その他は基本的には東京湾での本船積みであった。

(2) 船会社の利用状況

代替港湾でのヒアリングにおいては、船会社が自社の取扱を継続させるべく代替港湾利用に動いたとの情報があったため、震災後の利用船社について、震災前と比較した結果が、Fig. 5である。全体のコンテナ量は2010年4月時点とし、当該事業所が同じ船社を使ったか、他の船社を使ったかで整理した。その結果、9割超が、平常時（震災前）に使用していた船社の中でのやりくりをしていた。一方、具体的にどの船社を使用したのかを整理したのが、Fig. 6である。各船会社の割合で見ると、その構成比は大きく変化しており、平常時から仙台塩釜港に直行便を持

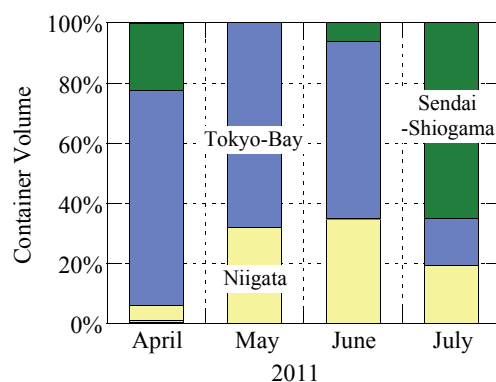


Fig. 3 Alternative of Port of Origin

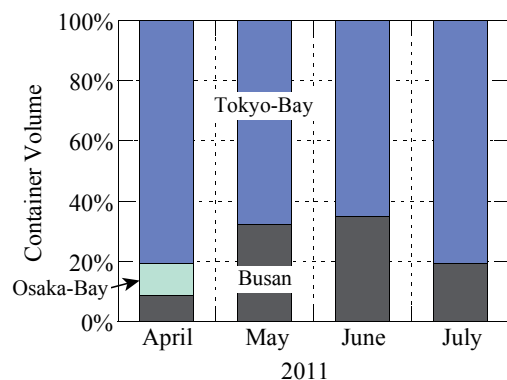


Fig. 4 Alternative of Port of Loading

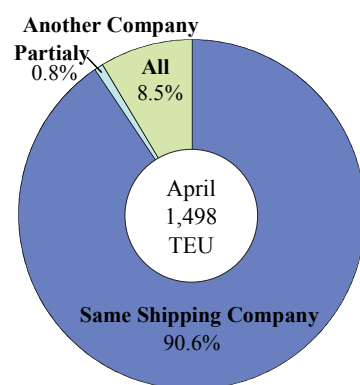


Fig. 5 Change of Shipping Company after the Disaster

っていたグランドアライアンス（GA）が割合を伸ばしており、中でも日本郵船（NYK）の割合が急増していた。Maerskが減少し、CKYHアライアンスの中でも川崎汽船（K-Line）が増加していたことから、風評被害による外船社の東京湾抜港が影響を与えているものと推察される。すなわち、平常時から船社の中で、東京湾抜港をしなかった邦船社に利用が集中したということになる。

以上、PIERSデータを用いて「代替の動き」を直接把握した。次章では、これらのコンテナ貨物を受け入れた代替港湾の取扱能力について分析する。

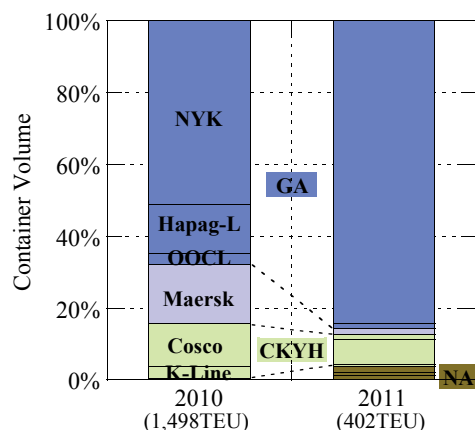


Fig. 6 Shipping Company of 2010 April to 2011 April

3. 代替港湾の取扱能力の推計

3.1 代替港湾の取扱状況

(1) 東日本大震災のヒアリング結果

平成25年10月に、東日本大震災後における日本海側港湾（秋田、酒田及び新潟）でのコンテナ貨物取扱の状況について、港湾関係者にヒアリングを行った。その結果の概要は、以下のとおりである。

〔各港湾共通の状況〕

- ・ 平常時に被災港湾で取り扱われていたコンテナ貨物が流れてきて、取扱量が増大した。そのため、ターミナルの取扱能力は、限界もしくは、これに近いレベルに達した。
- ・ 本船荷役やゲートオープンには、時間を延長して対応した。
- ・ 蔵置能力の不足に対応し、臨時的蔵置スペースを確保した。一方、平均蔵置日数も平常時に比べて増加した（理由は、ドレージ能力の不足、空コンテナの引き取り遅れ、輸入貨物の長期滞在等）。
- ・ 被災港湾の港湾運送業より、人員や機材の応援があった。

〔各港湾で異なっていた状況〕

- ・ 代替利用したコンテナ貨物が、一部定着した港湾と、平常時に戻った港湾とがあった。

(2) 阪神・淡路大震災後の状況

さらに、阪神・淡路大震災後の主要な代替港湾（大阪、名古屋、東京、横浜、北九州、博多）について、コンテナ貨物取扱の状況概要を、日本船主協会（1995）よりまとめると、以下のとおりである。

- ・ 平常時に神戸港で取り扱われていたコンテナ貨物が流れてきて、取扱量が増大した。
- ・ 本船荷役については、緊急措置として日曜荷役を実施した。
- ・ 蔵置能力の不足に対応し、臨時的蔵置スペースを確保し、段積み数を増加した港湾もあった。一方、

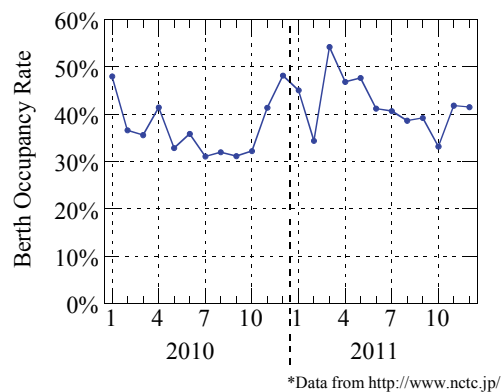


Fig. 7 Berth Occupancy Rate of Niigata Port

平均蔵置日数は増加した（理由は、ドレージ能力の不足や揚げ地変更に伴う長期滞在等）。

- ・ 大阪港には神戸港から港湾労働者約300人の応援があったほか、他の港湾へも神戸港からの応援があった。

以上の状況は、東日本大震災後の日本海側港湾と非常に似ていた。これらの情報を基に、大規模災害後の代替港湾におけるコンテナ取扱能力を推計する。

3.2 代替港湾の取扱能力の推計

(1) 平常時の取扱能力

平常時のコンテナターミナルの取扱能力は、①バース着岸能力、②岸壁クレーンの能力、③ヤードの蔵置能力、④ゲートの処理能力等コンテナターミナルを構成する要素能力のうち、最低のもので決まる。このうち、①バース着岸能力については、一般に着岸希望日時に偏りがあり、例えば、震災後の新潟港でも平均占有率は4～5割程度であった（Fig. 7）ことから、能力的には限界には達していない。②岸壁クレーンや④ゲートの能力については、東日本大震災後や阪神・淡路大震災後において時間延長において対応されており、緊急措置として更なる延長により、理論上は、能力を増加させることが可能である。ある日本海側港湾での東日本大震災後の本船荷役時間は、21時頃までであった。

以上より、一般的に、平常時のコンテナターミナルの取扱能力は、蔵置能力により定まる場合が多いと言える。蔵置能力 N （TEU）と、ターミナルの取扱能力 C （TEU/年）との関係は、式(1)により定式化されている（高橋，2003）。

$$C = N \cdot \frac{g \cdot e}{f} \quad (1)$$

ここに、 N ：コンテナ蔵置個数（TEU）

g ：有効係数

e ：年間回転数＝年作業日数/平均蔵置日数

Table 2 Temporary Storage Area of Alternative Port

Disaster	Alternative Port	Additional Ratio of Storage Area
the Great East Japan	Akita	1.22
	Sakata	1.53
	Niigata	1.89
the Great Hanshin Awaji	Tokyo*	1.03
	Yokohama*	1.08
	Nagoya	1.42
	Osaka	1.39
	Kitakyushu	1.28
	Hakata	1.26

*Although the additional increase in storage area was planned, there was no necessity.

f : ピーク係数

(2) 震災後の蔵置能力に基づく能力

震災後の代替港湾では、例外なく臨時の蔵置スペースが確保されていた。その面積について、平常時に対する増加率で整理したのが、Table 2である。どれだけのスペースが確保出来るかは、コンテナターミナルの近接地に存在する空きスペースの量に依存するため、港湾により差があるが、平均的には、臨時蔵置スペースは、平常時の約4割の面積となっていた(能力増加予定を取りやめた東京・横浜港を除く)。なお、一部の港湾の数値には、推計が入っている。

さらに、震災後の代替港湾での共通の状況として、平均蔵置日数が増加していた。そこで、式(1)の有効係数やピーク係数を平均的な数値(有効係数: 0.75, ピーク係数: 1.25)で固定し、これにより、平均蔵置日数の増加割合を確認することとした。ヒアリング結果によれば、新潟港では震災前後のいずれにおいても蔵置能力が限界に達していたと見られることから、逆算すると、平均蔵置日数は、震災前: 7.8日から、震災後: 10.9日に、約4割の増加となった。震災前後にて、有効係数やピーク係数はある程度変化しているが、この目安値を用いることにより、臨時蔵置スペースの確保面積と併せて、式(1)より、震災後の代替港湾における、蔵置能力に基づくコンテナターミナルの取扱能力が算定できる。

(3) 港湾運送業の取扱能力

東日本大震災後においては、秋田及び酒田港では、コンテナ蔵置能力は限界に達していなかった。しかし、ヒアリングに依れば、ドレージ能力や燃料・人員等が不足し、コンテナ取扱能力は限界、もしくは、これに近いレベルに達していたとのことであった。これらは、港湾運送業の取扱能力であり、震災後に急激に増加させることはできないものの、被災港湾からの応援によりある程度まで増加可能である。その増加率を算定するため、港湾調査(国土交通省)

Table 3 Throughput Growth at Alternative Port

Disaster	Alternative Port	Throughput Growth (Ton)
the Great East Japan	Akita	1.25
	Sakata	1.84
	Niigata*	1.32
the Great Hanshin Awaji	Tokyo	1.06
	Yokohama	1.30
	Nagoya	1.42
	Osaka	2.01
	Kitakyushu	1.37
	Hakata	1.63

* The storage capacity reached the limit.

より、震災前後1年間での月別コンテナ取扱量の最大値を比較したのが、Table 3である。蔵置能力による限界であったことが確実な新潟港、能力限界には達していなかったと見られる東京・横浜港、さらには、神戸港から大挙して応援のあった大阪港を除くと、平均は約5割増となっており、これが、被災港湾からの応援がある程度確保出来る場合における港湾運送業の取扱能力限界の目安と捉えることも可能である。以上を踏まえると、震災後の代替港湾のコンテナ取扱能力は、

- ① コンテナヤードの蔵置能力に基づく能力値(臨時蔵置スペース及び平均蔵置日数の増加を要考慮)
- ② 港湾運送業の取扱能力に基づく能力値(過去の取扱実績最大値に対して、被災港湾からの応援の度合いを要考慮)

のいずれか小さい方で定まると考えられる。

4. 取扱能力を踏まえた代替港湾・経路推計

4.1 港湾・輸送経路選択モデル

(1) 既開発犠牲量モデル

港湾・輸送経路選択モデルには、井山ら(2012)により既開発の犠牲量モデルを用いた。犠牲量モデルとは、全てのコンテナ貨物が、総犠牲量が最小となる経路で輸送されると仮定したモデルである。

$$S = C + T \cdot \alpha \quad (2)$$

ここに、 C : 輸送費用

T : 輸送時間

α : 時間価値

このモデルでは、同じ発着地のコンテナ貨物であっても、時間価値により選択される港湾・経路が変化し、時間価値の高いコンテナ貨物ほど、速い輸送経路を指向することとなる。基本となる時間価値には対数正規分布を仮定し、全国輸出入コンテナ貨物流動調査(国土交通省港湾局, 2009)のデータを用いて推計している。算定される経路は、前述のPIERS

データと同じく、国内港である最初船積・最終船卸港と、本船荷役される仕向・仕出港（海外港湾も含む）である。例えば、輸出では、国内発地→最初船積港→仕出港→海外着地であり、直行の場合、最初船積港と仕出港は同一である。海外発着地は、欧米及びアジア域内の11の国・地域を対象としている。

(2) 東日本大震災後の再現

赤倉・小野（2013）では、東日本大震災後1ヶ月の状況について、モデルの時点修正を行った上で、①被災港湾の機能停止、②周辺港湾の便数変化（日本海側港湾の便数増と東京湾の抜港）及び③貨物の時間価値の上昇を設定して、再現算定を行った。時間価値の上昇については、貿易統計（財務省）のデータより貨物価値の変化を算定して適用した。国内各地での生産・消費コンテナ量については、被災県の鉱工業生産指数の震災前からの減少度合いを用いて減少させた。その結果、三大湾及び周辺港湾（苫小牧、新潟、秋田及び酒田港、以下「周辺港湾」という。）の貨物量変化を妥当な精度で再現し、さらに、代替港湾の推計結果は、アンケート結果と良い一致が見られている。

しかし、上記の再現推計では、一部の代替港湾において、取扱能力を大きく超える外貿コンテナ量（平常時の10倍超）が推計された。これは、井山ら（2012）による既開発モデルでは取扱能力を考慮していないことに起因している。現在の日本では、平常時には、各港湾のコンテナ貨物量が急激に増加することは想定されず、例えば大規模な工場の立地等により需要の増加が見込まれる場合には、これに併せて港湾施設を整備・拡張するため、基本的には予定なく取扱能力を大幅に超えることは考え難い。しかし、大規模災害時には、平常時に被災港湾で取り扱われていたコンテナ貨物が、代替港湾に集中するため、取扱能力が限界に達し得る。そこで、本研究において、この能力を考慮した代替港湾推計を可能とするものである。

(3) 国内発着地の細分化

ここで、井山ら（2012）の既開発モデルでは、各港湾のコンテナ貨物量について、最初船積・最終船卸港及び仕向・仕出港のいずれも、実績値に対する推計値の決定係数：0.96であり、全体では十分な精度を確保していたものの、国内発着地を都道府県単位としていたため、一部の非常に小さな地方港湾では、航路があるにも関わらず、コンテナ貨物量が0と推計されることもあった。そこで、本研究では、精度向上を図るため、国内発着地を207生活圈（全国幹線旅客純流動調査：国土交通省による分類）に細分化し、更なる精度の向上を図った。その結果をFig. 8に示すが、最初船積・最終船卸港及び仕向・仕出港

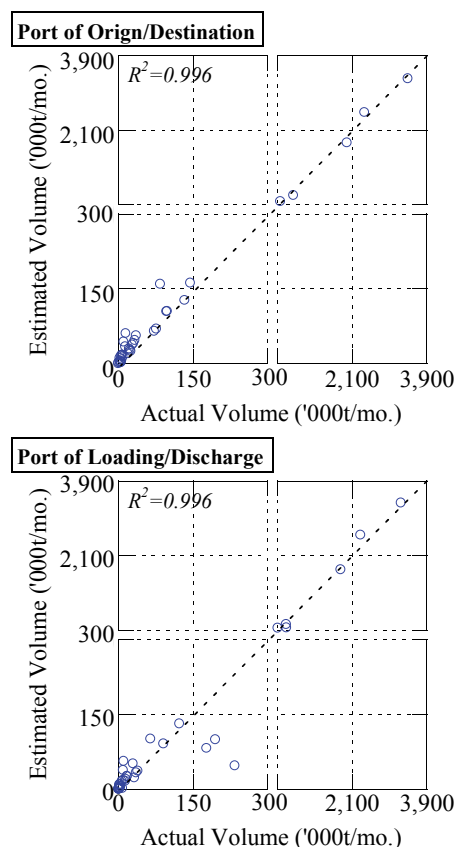


Fig. 8 Degree of Reproducibility of Improved Model

のいずれにおいても、実績値に対する推計値の決定係数：0.996となり、航路があるにも関わらず、コンテナ貨物量が0と推計されることはなくなった。ただし、算定に要する時間は、約10倍となったため、算定速度の向上にも取り組んだ。

4.2 取扱能力を踏まえた推計

(1) 推計フロー

取扱能力を踏まえた代替港湾・輸送経路の推計フローを、Fig. 9に示す。まず、個別OD（11国・地域×2（輸出入））のプログラム算定を行い、その結果を集計する。この集計結果と、各港湾の取扱能力とを比較し、能力を超えた場合（Overflow：オーバーフロー）には、当該港湾を利用したコンテナ貨物量を低減させると共に、オーバーフローしたコンテナ貨物量をもって、個別プログラムの再算定を行う。この過程を、全港湾の取扱能力内に収まるまで実行する。なお、オーバーフローによるコンテナ貨物量の低減方法は、OD・国内発着地に依らず、一律であるとした。実際には、平常時から当該港湾を利用していた荷主が優先され、代替港湾として急遽利用を試みた荷主が他港湾に流れるとの状況が発生したと考えられるが、モデルにおいて従来から利用していた荷主であるかどうかの判定が困難であったため、

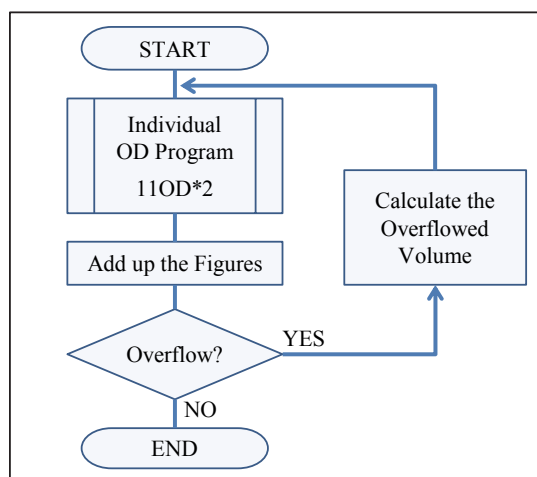


Fig. 9 Estimation Flow of Considering Overflow

簡易的に一律であるとした。

(2) 東日本大震災後の再現精度の確認

本稿では、先の赤倉・小野（2013）での推計と同じく東日本大震災後1ヶ月について、取扱能力を考慮した場合と、考慮しない場合の両者の算定を行い、その結果を比較した。代替港湾の取扱能力については、周辺港湾について、実際の状況や蔵置能力を基に設定した。なお、モデル上、苫小牧港は北海道、新潟港は新潟県を代表する港湾となっており、苫小牧港には小樽港や石狩湾新港等、新潟港には直江津港の能力を含んでいる。秋田県及び山形県では、外貿コンテナ取扱港は一港ずつである。

日本全国の港湾の算定結果について、平常時からの取扱量の変化率を整理したのが、Fig. 10である。被災港湾である仙台塩釜・茨城（常陸那珂港区）・八戸・大船渡・小名浜の各港は、機能停止のため100%減となっている。港湾の取扱能力の考慮により変化率に大きな相違が見られたのは、日本海側の新潟・

秋田・酒田の各港であり、秋田・酒田港が能力限界に達して減少したのに対し、新潟港はその分の増加があり、その結果として、新潟港においてもほぼ能力限界に達していた。また、三大湾や苫小牧港でも、変化率は小さいものの、増減が見られた。

次に、平常時とコンテナ貨物量に変化が見られた三大湾及び周辺港湾の、平常時に対するコンテナ貨物の変化量を、港湾統計（国土交通省）による実績値と比較したのが、Fig. 11である。実績値は、2011年3・4月の平均値であり、平常時のコンテナ量は、2010年同月値に対して、2011年1・2月の対前年伸び率を掛け合わせて算定した。推計結果は、変化率の推計値に平常時のコンテナ貨物量を掛け合わせて変化量とした。結果では、取扱能力の考慮の有無によって、三大湾を含む全体に対する再現精度には変化が見られなかったものの、周辺港湾については、再現精度の向上が見られた。ここで、実際の取扱能力を用いても、周辺港湾の再現精度がそれ程良くなかった（実績値と推計値の決定係数：0.520）のは、実際に周辺港湾で取扱能力に達したのが5～6月であり、3～4月の段階では、そこまで達していなかったことが原因である。例えば、秋田港では、2011年3・4月実績値の平常時に対するコンテナ量の増加は、港湾統計上では、ほとんどなかった。

さらに、平常時に仙台塩釜港を最初船積・最終船卸港として利用していたコンテナ貨物の代替港湾について、取扱能力を考慮した場合と、考慮しない場合とを比較したのが、Fig. 12である。全体では、東京湾が約6割、日本海側港湾が約4割で大きな差はないものの、取扱能力を考慮した場合には、能力限界に達した秋田・酒田港の割合が減少し、その分新潟港及び東京湾の増加が見られた。

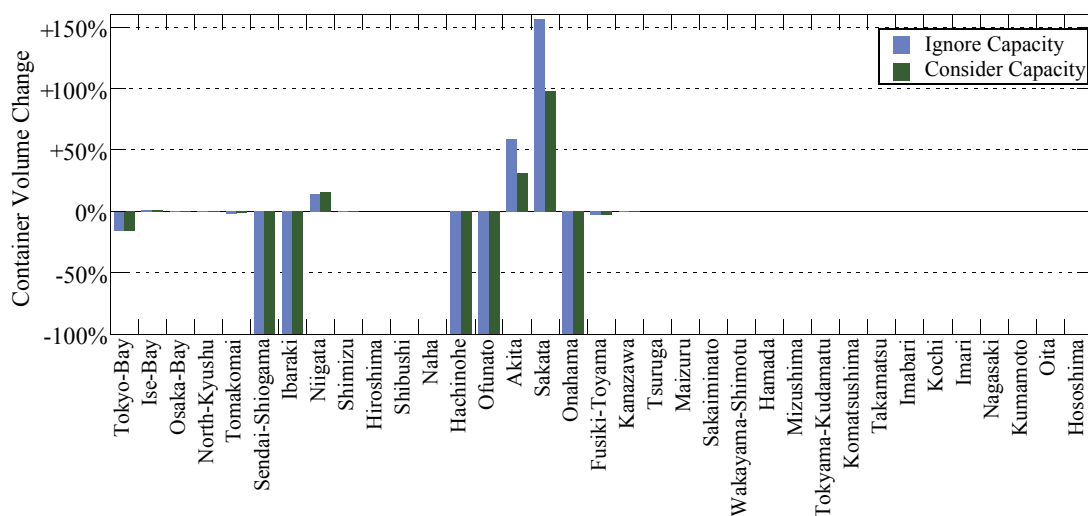


Fig. 10 Estimated Container Volume Change between before and after the Disaster

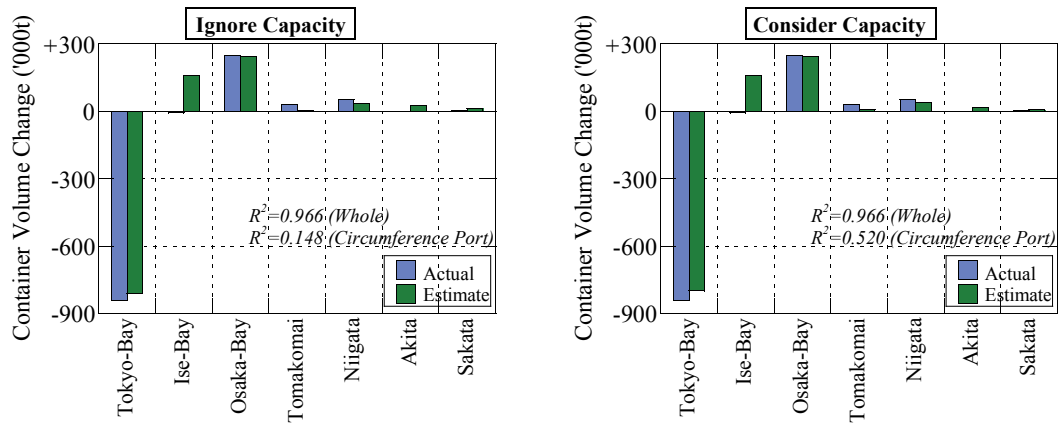


Fig. 11 Container Volume Change with and without Considering Handling Capacity

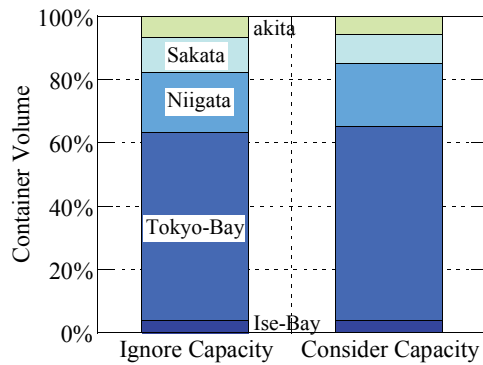


Fig. 12 Alternative Port of Sendai-Shiogama with and without Considering Handling Capacity

4.3 シナリオ算定

(1) 設定シナリオ

これまで構築した取扱能力を踏まえた代替港湾・輸送経路選択モデルを用いて、東日本大震災後に、仙台塩釜港の高砂コンテナターミナルが応急復旧により、一部使用可能であった場合とのシナリオ算定

を行った。実際には高砂コンテナターミナルは、地震・津波により港湾施設が大きく被災し、蔵置されていたコンテナが散乱したことを踏まえ、シナリオとしては①寄港航路は、比較的浅い水深での寄港が可能な国際フィーダーのみ、②蔵置スペースはリーファー用は使用不可、ドライ用は平常時の1/4とし、ストラドルキャリアの被災を考慮して段積み数を平均3段（実入：2段、空：4段）に減少する（平常時は実入：3段、空：5段）と設定した。この場合、蔵置能力に基づくコンテナターミナルの取扱能力は、平常時の約2割にまで低下した。

(2) 算定結果と考察

最初船積・最終船卸港の推計結果について、平常時に対して、東日本大震災の再現値（取扱能力を考慮した場合）と、シナリオ算定値の変化率を整理したのが、Fig. 13である。仙台塩釜港では、シナリオ設定として、国際フィーダーコンテナ貨物のみ、平常時の約2割を取り扱ったため、その結果として、周辺港湾において、その分のコンテナ量の減少が見ら

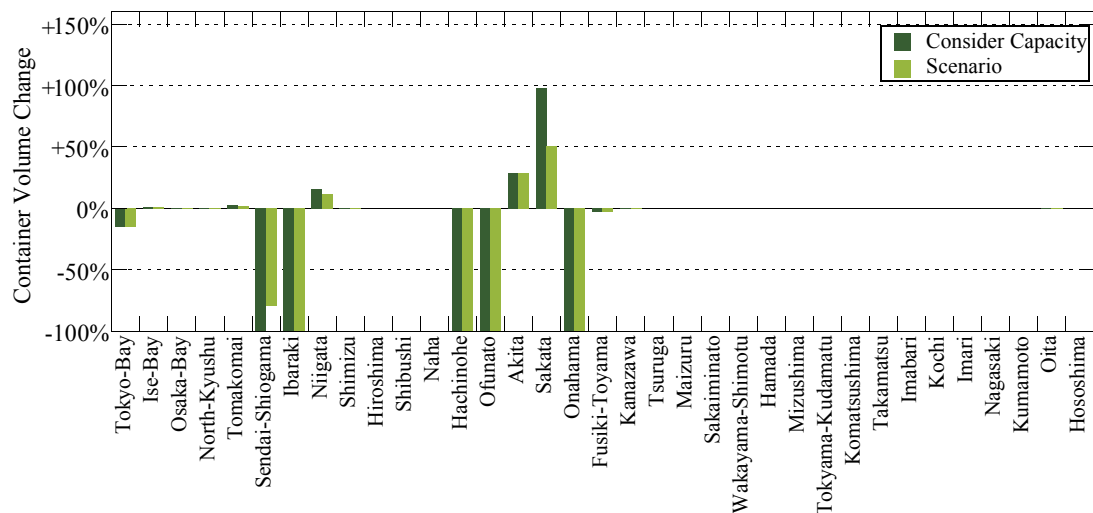


Fig.13 Estimated Container Volume Change of Scenario Calculation between before and after the Disaster

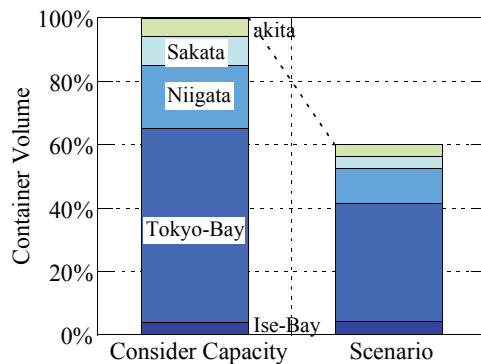


Fig. 14 Alternative Port of Sendai-Shiogama of Scenario Calculation

れた。特に、仙台塩釜港から一番近い酒田港では、平常時からの増加率が概ね半減し、取扱能力の限界にまで達しない結果となった。

さらに、仙台塩釜港の代替港湾（最初船積・最終船卸港）について、東日本大震災の再現値（取扱能力を考慮した場合）との比較を示したのが、Fig. 14である。東日本大震災の再現値を基準とした場合、シナリオ算定による代替コンテナ量は、全体で約4割減であり、国際フィーダー航路がある東京湾の減少は当然として、日本海側の新潟・酒田・秋田の各港湾においても、コンテナ量は大きく減少していた。

以上の結果より、大規模災害後に、限られた能力ではあっても、応急復旧により被災港湾を使用可能とすることは、代替利用される港湾への負担を軽減し、平常時に被災港湾を利用していた荷主のコンテナ輸送全体に対する時間・コスト軽減に大きな効果があるものと考えられる。

5. 結 論

本研究は、東日本大震災後における代替港湾の利用状況を確認した上で、外貿コンテナ貨物を対象に、大規模災害後の代替港湾の取扱能力を推計し、さらに、この能力値を踏まえた代替港湾・輸送経路の推計手法を構築したものである。本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- [1] 東日本大震災後における仙台塩釜港北米航路輸出の代替港湾は、東京湾及び新潟港であり、平常時に利用していた船社を利用していた。
- [2] 大規模災害後の代替港湾の取扱能力は、ヤードの蔵置能力、もしくは、港湾運送業の能力のうち、小さい方により定まる。
- [3] 代替港湾の取扱能力を踏まえた港湾・輸送経路推計モデルを構築し、考慮しない場合に比べて東日本大震災における再現性が向上した。また、被災

港湾が一部使用可能な状況の推計も可能となった。

本研究により、想定される大規模災害に対して、取扱能力の限界を踏まえた代替港湾の推計が可能となった。この推計モデルを、別途筆者らにより推計した外貿コンテナ貨物需要の復旧曲線と組み合わせることにより、災害後の外貿コンテナ流動状況を定量的に捉えることが可能となったと言える。今後は、首都直下地震や南海トラフ地震といった大規模災害に対するシミュレーションを実施し、代替港湾の特定により、なるべく途絶しない物流網の構築に向けて、わが国が採るべき港湾政策の提言に繋げていきたい。

謝 辞

本研究の実施に当たり、国土交通省の国土技術政策総合研究所港湾研究部、東北地方整備局港湾空港部にご助力いただきました。また、（公社）日本港湾協会、（一財）沿岸技術研究センター、（一財）港湾空港総合技術センター及び防災研究所社会防災研究部門の多々納裕一防災社会システム研究分野教授には、産官学共同研究部門の共同研究先として、研究環境を整えていただきました。また、（一財）みなと総合研究財団及び中央復建コンサルタンツにも、研究においてご助力いただきました。加えて、本研究はJSPS科研費（25289165）の助成を受けました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 赤倉康寛・小野憲司（2013）：港湾BCPにおける外貿コンテナ貨物の輸送需要及び代替経路の推計，京都大学防災研究所年報，第56号B，pp.11-22。
- 井山繁・渡部富博・後藤修一（2012）：犠牲量モデルを用いた国際海上コンテナ貨物流動分析モデルの構築，土木学会論文集B3，pp.I_1181-I_1186。
- 国土交通省港湾局（2009）：平成20年度全国輸出入コンテナ流動調査，調査結果。
- 国土交通省（2012）：港湾調査，平成22年港湾統計港湾取扱貨物量等の現況。
- 社団法人日本船主協会（1995）：阪神・淡路大震災の海運及び海上物流への影響と対応。
- 高橋宏直（2003）：港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル—コンテナターミナル諸元に関する計画基準(案)—，国土技術政策総合研究所研究報告，No.10。

（論文受理日：2014年6月3日）