

大規模災害後の外貨コンテナ貨物量の 需要復旧曲線の定量化

A Quantification Method of the Demand for Foreign Container Cargo Volume after Large-Scale Disasters

赤倉 康寛*・小野 憲司*・岡村 京子**・福元 正武***
Yasuhiro AKAKURA, Kenji ONO, Kyoko OKAMURA
and Masatake FUKUMOTO

要旨: 東日本大震災は、広範囲にわたって企業の製造設備等にも重大な損害を及ぼし、その能力復旧には多くの期間を要した。さらに、原材料・中間財の輸入や製品の輸出等を担う港湾も大きな被害を受け、一部企業は代替港湾の利用を余儀なくされた。このような状況を踏まえ、今後発生が予測される大規模災害に備えるため、各港湾や湾域等での港湾BCPの策定が進められている。

本研究は、港湾BCPの策定に不可欠な大規模災害後の外貨コンテナ貨物量の需要復旧曲線について、港湾統計・PIERSデータによる東日本大震災の影響分析や、製造業者へのアンケート結果を基に、定量化手法の構築を試みたものである。

キーワード: 大規模災害, コンテナ, BCP, 復旧曲線

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断絶された。今後、南海トラフ巨大地震や首都直下地震の発生が危惧される中で、震災後になるべく途絶しない物流網の構築に向けて各港湾や湾域等での港湾BCP (Business Continuity Plan: 事業継続計画) の策定が進められている。しかし、BCPの策定に不可欠な震災後の港湾貨物需要量は、荷主の位置や貨物の品種、地震動強度や津波被害の有無等多くの要因に依存するため、その定量化は困難な部分があり、現在までに確立された手法はない。以上の点を踏まえ、本研究は、港湾BCPへの適用を念頭に、大規模災害後の外貨

コンテナ貨物量の需要復旧曲線について、港湾統計・PIERSデータによる東日本大震災の影響分析や、同震災により影響を受けた製造業者へのアンケート結果を基に、各港湾等において利用可能な定量化手法の構築を試みたものである。

東日本大震災では、八戸港から鹿島港の太平洋側港湾において、防波堤の破損、係留施設の損壊、エプロンや荷さばき地の液状化、瓦礫・車両・コンテナ等の航路泊地への埋没等甚大な被害が発生した。東北・関東地方整備局等関係機関において、津波警報・注意報が解除された翌日より航路啓開作業が進められ、3月中には被災した全主要港湾で一部の係留施設が利用可能となる等急ピッチで

* 正会員 京都大学防災研究所, ** 国土交通省近畿地方整備局, *** 国土交通省東北地方整備局

の復旧作業が進められたが、被災港湾での貨物輸送需要に応えきえることは出来ず、一部では代替港湾の利用を余儀なくされた。外貿コンテナ貨物では日本海側港湾等の利用、外貿バルク貨物では国内他港輸入・内航船移送が見られた。

平成 24 年 6 月にとりまとめられた「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～」(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、①防災・減災目標の明確化、②港湾 BCP に基づく港湾の災害対応力の強化、③港湾間の連携による災害に強い海上輸送ネットワークの構築が掲げられている。その中では、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り、その取組みを全国的に進めることが重要とされている。

以上の状況を踏まえ、本稿では、2章において港湾BCPにおける貨物需給曲線の位置付けを明確にした上で、3章において港湾統計・PIERSデータを用い、東日本大震災の影響を、輸出入別で、さらに品種を踏まえつつ分析する。また、4章において製造業者へのアンケートによる操業度(生産量)の復旧曲線を災害強度により推計する。これらの3～4章の結果を用い、5章において様々な被害想定に対して適用可能な、外貿コンテナ貨物量の需要復旧曲線の定量化を行う。

2. 港湾 BCP における貨物需給曲線

大規模災害後の港湾物流機能としては、その輸送形態等により、①外貿コンテナ輸送、②外貿バルク輸送、③内貿ユニットロード輸送、④内貿バルク輸送及び⑤緊急物資輸送に大別できる。①・③のコンテナやシャーシ貨物は、多数の荷主による比較的広範囲の背後圏を有している。一方、②・

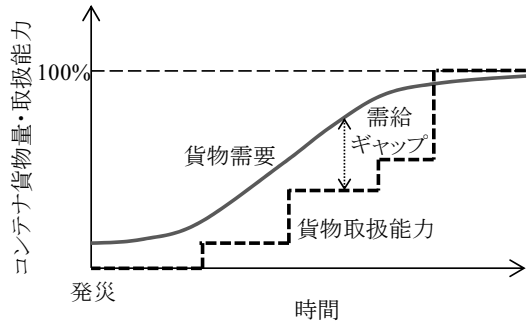


図1 コンテナ貨物需給曲線の例

④のバルク貨物は、臨海部の少数荷主の割合が大きく、個別の状況となる。例えば、鹿島港では、外貿貨物に占める石炭・鉄鉱石輸入及び鋼材輸出が過半数を占めており(2010年港湾統計年報)、新日鐵住金鹿島製鉄所の割合が非常に大きいものと想定され、貨物需要はその被災や復旧の状況に左右される。本研究は、多くの、そして広範囲の荷主を有するため、個別の状況では整理の難しい①外貿コンテナ貨物を対象とした。

外貿コンテナ貨物量について、大規模災害後の需給関係を模式的に示したのが、図1である。貨物需要は、荷主である製造業等の操業度が被災から回復するに従い、復旧していく。これに対して、貨物取扱能力は、航路啓開や係留施設の暫定供用、荷役施設の修理等によって復旧していく。港湾BCPではこの貨物需要/取扱能力復旧曲線の定量化が不可欠であり、貨物取扱能力復旧曲線をいかに早めることができるかが港湾BCPの核心部分となる。本研究は、この核心部分について、貨物需要復旧曲線の定量化を目的とするものである。貨物需要が貨物取扱能力より大きい場合には、需給ギャップが発生し、代替港湾の利用が必要となる。需給ギャップをなくすことは困難な部分があることから、「港湾における地震・津波対策のあり方」では、港湾相互のバックアップ体制も必要とされ、これが港湾BCPにも位置付けられる必要が

あるとしている。

既往の研究では、安部¹⁾が港湾BCPのための製造業の輸送ニーズの復旧曲線を示しているが、実際の災害による被害状況を踏まえていない。吉村ら²⁾は、発災後数週間の各製造業の生産能力の復旧を推計するフレームワークを提案しているが、港湾貨物量との関係性は研究対象となっていない。なお、港湾貨物取扱能力の復旧曲線については、名古屋港についての宮本らの研究³⁾が見られる。

3. 東日本大震災による外貿コンテナ貨物量への影響

3.1 港湾統計データによる分析

まず、港湾統計月報により、東日本大震災の被災港及び代替港での輸出入コンテナ量を整理したのが、図2である。代替港は、貨物量動向や被災港湾の荷主企業へのアンケート（東北地方整備局港湾空港部実施）の結果⁴⁾を踏まえ、苫小牧・函館・秋田・酒田・新潟港とした（京浜港利用の情報も一部見られたが、同港の貨物量が大きく代替貨物の判別が困難なため控除した）。また、実入コンテナ量を分析するため、平成22年の港湾別実入率により、空コンテナを控除した。図では、3月を境に、被災港（八戸・仙台塩釜・小名浜・茨城港）でのコンテナ量減と、代替港でのコンテナ量増の連動が見られた。

輸出入別で、被災港から代替港へ転換された代替港分 Qa と、震災がなかった場合の通常時の貨物量に対する復旧率 R を整理したのが、図3及び図4である。両者の定義は、以下のとおり。

$$R_{23-i} = \frac{Qdr_{23-i} + Qa_{23-i}}{Qdp_{23-i}} \dots\dots\dots (1)$$

$$Qa_{23-i} = Qar_{23-i} - Qap_{23-i} \dots\dots\dots (2)$$

$$Qdp_{23-i} = average \left(\frac{Qdr_{23-1}}{Qdr_{22-1}}, \frac{Qdr_{23-2}}{Qdr_{22-2}} \right) \cdot Qdr_{22-i} \dots\dots (3)$$

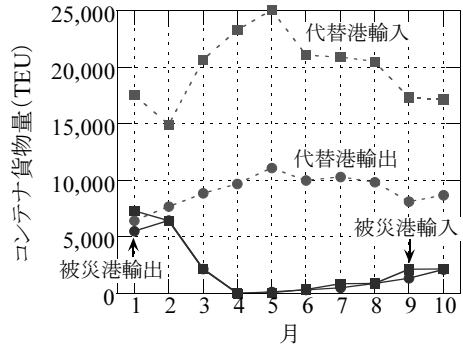


図2 被災港・代替港のコンテナ貨物量

$$Qar_{23-i} = average \left(\frac{Qar_{23-1}}{Qar_{22-1}}, \frac{Qar_{23-2}}{Qar_{22-2}} \right) \cdot Qar_{22-i} \dots\dots (4)$$

ここに、 Qdr ：被災港の実際のコンテナ量（添え字の23-iは平成23年i月）

Qdp ：被災港の震災がなかったと仮定した場合のコンテナ量

Qar ：代替港の実際のコンテナ量

Qap ：代替港の震災がなかったと仮定した場合のコンテナ量

すなわち、震災がなかったと仮定した場合のコンテナ量を、平成22年の月別コンテナ量をベースとし、平成23年1・2月平均の対前年伸び率を掛け合わせて算定し、代替港での増分を代替港分としたものである。さらに、被災港の震災がなかったと仮定した場合のコンテナ量に対する、被災港の実際のコンテナ量+代替港分の割合を、復旧率とした。ここで、本研究で定量化を目標としている貨物需要復旧曲線は、この復旧率を踏まえたコンテナ量の推移である。なお、震災がなかったと仮定した場合のコンテナ量については、前年同月のデータを用いることによって季節変動は考慮したもの、経済状況等による変動は考慮できていない。

輸出（図3）では、4月の復旧率が0.21まで低下したのに対し、輸入（図4）では、4・5月の復旧率は0.8前後で6月に0.41まで低下となってお

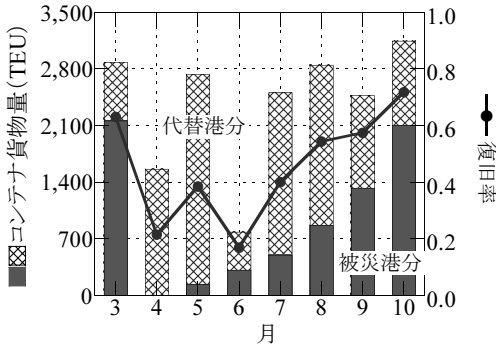


図3 コンテナ貨物の代替・復旧（輸出）

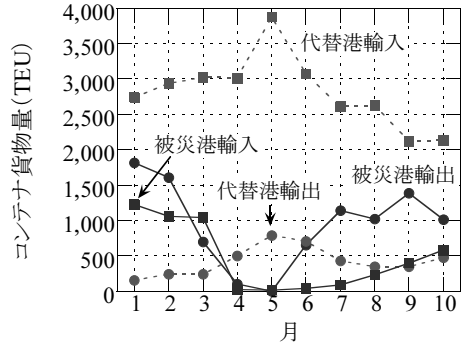


図5 被災港・代替港の対米国コンテナ貨物量

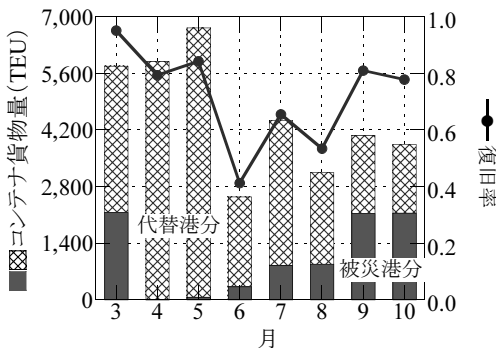


図4 コンテナ貨物の代替・復旧（輸入）

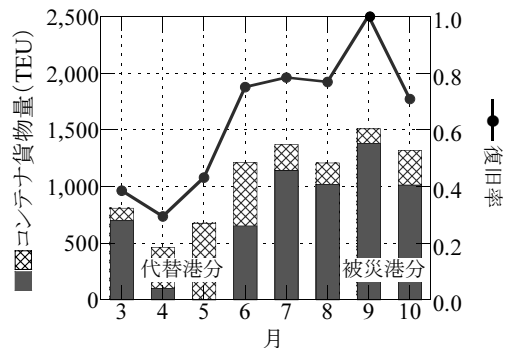


図6 対米国コンテナ貨物の代替・復旧（輸出）

り、輸出入のコンテナ貨物復旧曲線は、異なったものとなっていた。なお、港湾統計では月別品種別のデータがないため、品種別の分析は行うことができない。

3.2 PIERS データによる分析

次に、米国輸出入貨物の詳細データである PIERS データを用いて、東日本大震災の影響を分析した。被災港及び代替港は前節と同じである。対象は実入コンテナのみであり、同データが米国船積・船卸日で整理されていることから、日本の港湾での取扱日に変換するため、平均的な航行日数+船積・船卸日数として、日本輸出（東航）は16日早め、日本輸入（西航）については19日遅くすることとした。なお、PIERS データを用いた代替港等の分析は、文献5)を参照されたい。

まず、被災港及び代替港のコンテナ貨物量の推移が、図5である。被災港で4・5月に大幅減、代替港では特に5月に増加していた。なお、被災港輸出が6月から復旧しているが、被災港の港頭地区で荷受けし、代替港を利用した貨物が含まれると想定される。

次に、輸出入別で、コンテナ貨物の代替港分と復旧率を整理したのが、図6及び図7である。HSコード（上2桁=類）を用いて品種別に代替港分 Qa を判別した。すなわち、被災港で取扱のある品種について、代替港で震災がなかった場合の値 Qap からの増分を代替港分 Qa としたものである。日本輸出の図6では、4月に復旧率0.29まで落ち、9月にかけて復旧していた。一方、日本輸入の図7では、5月の復旧率が0.7を上回り、6・7月に4月と同じ水準まで低下していた。港湾統計と同じ

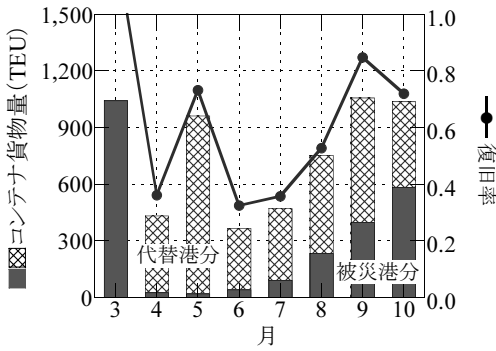


図7 対米国コンテナ貨物の代替・復旧（輸入）

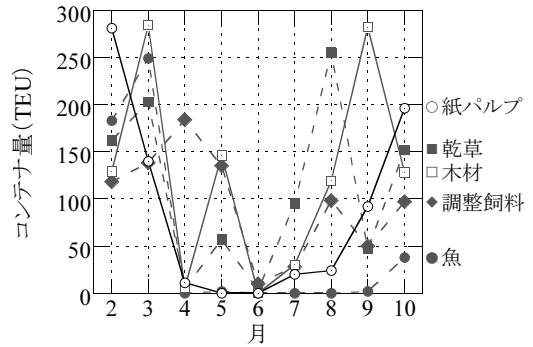


図9 主要従来貨物の動向（輸入）

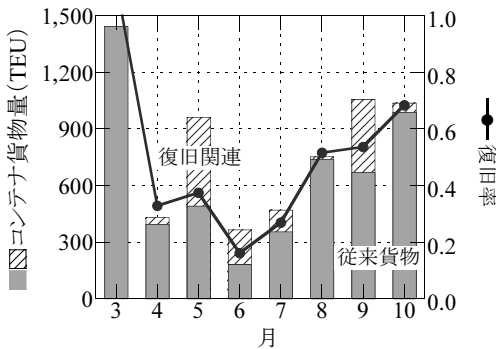


図8 対米国コンテナ貨物の代替・復旧（輸入・復旧関連を分離）

く、やはり、輸出入で動向は少し異なっていた。

輸入について、品種別の動向を確認すると、特定の品種で、3月以降にコンテナ量の急増が見られた。具体的には、冷凍野菜（HS:07）、調整食料品（21）、水（22）の食品類と、仮設住宅の断熱材に使用されるカオリン（25）、ガラス繊維（70）である。これらは、震災復旧との特殊事情で増加した品種であるため、これらの増加分を「復旧関連」とし、残りを「従来貨物」としたのが図8である。5月の急激な増加は復旧関連であり、従来貨物は7月より緩やかに復旧していた。これにより輸入の6月からの動向は、輸出の4月からと似た形となった。

輸入の従来貨物を更に詳細に分析するため、主要产品目のコンテナ量動向を整理したのが、図9で

ある。まずは、3月は、紙パルプを除く品種で、2月に比べて減少は見られなかった。これは、発災時には既に発注されていて、キャンセルできなかったコンテナ貨物が日本に到着するためと考えられる。さらに、4・5月の調整飼料や5月の木材は、2月と同等かそれ以上のコンテナ量があり、品種により、発災後も継続して輸入されていることが判った。飼料については、畜産業での必要量確保のため、緊急的な分も含めて輸入されたものと想定される。また、輸入コンテナ量の復旧時期は、いずれも7月以降となっていた。これは、日本での製造再開に伴って必要となる原材料や中間財が、発注後すぐには出荷されないものもあるためと考えられる（逆の平常時の例ではあるが、北米での自動車生産に必要な部品の、日本への内示発注は通常5週間前に必要との情報¹⁾もある）。

4. 製造業の操業度の復旧曲線

4.1 推計手法

発災後の経済活動の復旧状況として、製造業の操業度を推計した。使用データは、2012年1月上旬に、全国の主要な製造業に対して行ったアンケート結果である（近畿地方整備局港湾空港部実施）。資本金10億円以上を対象とし、634社からの回答があった（回収率31%）。アンケート結果の概要については、文献6)を参照されたい。

表 1 東日本大震災での外力強度の設定

外力強度	該当市区町村
7	震度7, 津波被災の震度6
6強	震度6強, 津波被災の震度5強
6弱	震度6弱
5強	震度5強
5弱	震度5弱

アンケート項目のうち、震災直後の操業への影響度、震災後1週間・2週間・1ヶ月・3ヶ月・半年・現在(10ヶ月)における操業度の回答結果を用いた。操業度が震災直前を超える場合には、データ整理上震災直前と同じとみなした。さらに、事業所の所在市区町村データより、地震動強度等の外力強度を整理した。

外力強度については、表1のとおりを設定した。地震動は気象庁震度階⁷⁾を指標とし、津波浸水被害があった事業所については、当該事業所の操業度が津波被災のなかった震度6強の事業所と同等かそれ以下のレベルにあったことを踏まえ、津波による外力強度の増加として、便宜上震度階を2つ上げること(例えば、地震動：震度5強→外力強度：震度6強相当)とした。なお、事業所が、原子力発電所警戒区域内の市町村に位置する場合、現時点で復旧が見込まれないため控除した。ここで、気象庁震度階を基本としたのは、各港の港湾BCPが、内閣府中央防災会議や、各都道府県等における地震等被害想定に基づくこととなり、地震動強度については、ほとんどの場合、気象庁震度階が採用されると想定されるからである。

復旧曲線は外力強度毎に整理し、震災後の期間が長くなるにつれて生産能力が100%に近づくことを表現できるロジスティック曲線により推計した。なお、アンケート結果にはコンテナ貨物を輸出入していない製造業者も含まれているが、事業所をコンテナ貨物量により整理することが出来ないことから、擬似的な経済活動の復旧状況として、

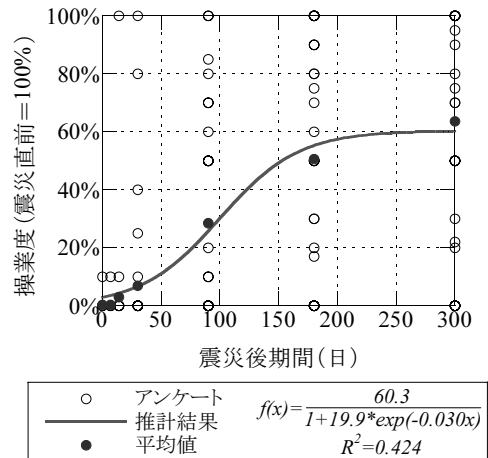


図 10 外力強度 7 の操業度復旧曲線

全事業所のアンケート結果を採用した。

4.2 推計結果

外力強度7の結果を示したのが、図10である。アンケート結果とその平均値に加え、ロジスティック曲線による推計結果を併記した。アンケート結果では10%単位での記載が多いため、多くのデータが重なって表記されている。平均値で見ると、震災直後はほぼ0%、1ヶ月でも7%弱であり、復旧に長い時間を要している。10ヶ月の時点でも約6割であり、上限値を設けなかったロジスティック曲線での推計では、60%に漸近する曲線が推計された。推計精度は、決定係数が0.42であり、平均値と良い対応をしていることも考慮すると、ある程度の精度が確保できていると言える。

外力強度6強の結果を示したのが、図11である。平均値では、2週間で約1/3、1ヶ月で5割超まで復旧していた。6ヶ月から10ヶ月にかけても平均値に上昇が見られたことから、震度7相当と同じく、ロジスティック曲線の推計では漸近値を設定しなかったが、90%に漸近との推計結果であった。その決定係数は0.50であり、良い精度が確保できていた。ただし、平均値では3ヶ月を超えても操

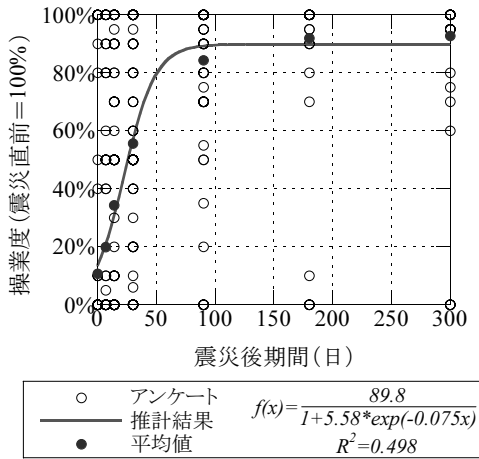


図 11 外力強度 6 強の操業度復旧曲線

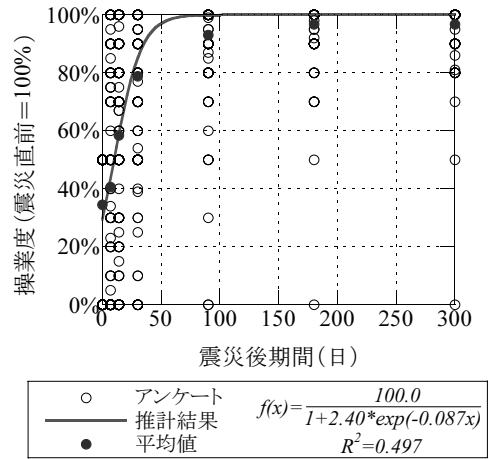


図 13 外力強度 5 強の操業度復旧曲線

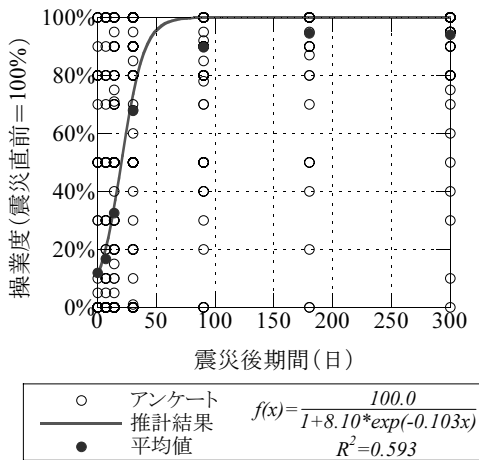


図 12 外力強度 6 弱の操業度復旧曲線

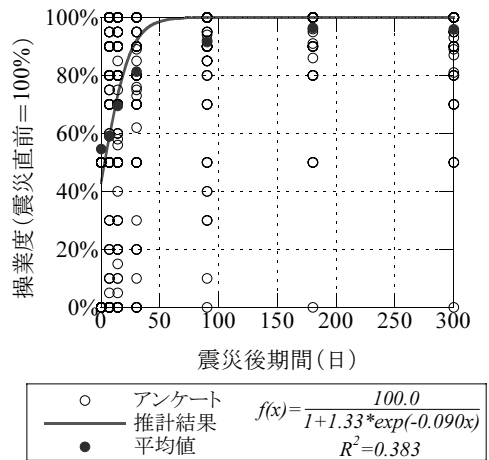


図 14 外力強度 5 弱の操業度復旧曲線

業度の復旧が見られたが、推計結果ではほぼ一定に漸近する結果となった。

外力強度 6 弱の結果を示したのが、図 12 である。平均値では、1 ヶ月までは、外力強度 6 強とあまり差がなかったが、3 ヶ月で復旧率が約 9 割に達し、6 ヶ月と 10 ヶ月は約 95% で安定していたことから、ほぼ復旧したものと判断した。そのため、ロジスティック曲線の推計では、100% に復旧するものとした。結果として、3 ヶ月以上では、平均値と推計値に差が生じたが、決定係数は 0.59 であ

り、良い精度が確保できていた。

外力強度：5 強の結果が、図 13 である。平均値では 2 週間で約 6 割に復旧していた。100% への漸近とした推計結果も、良い精度が確保できていた。

外力強度：震度 5 弱の結果が、図 14 である。平均値では 1 週間で約 6 割、2 週間で約 7 割の復旧率となっており、比較的短期に復旧していた。推計については、決定係数が 0.38 であり、ある程度の精度が確保できていた。

なお、より精密には、業種別外力強度別に復旧

曲線を推計する方法も考えられるが、工業統計に基づく分類で分析した範囲においては、明確な傾向が見出せなかった。外力強度7で復旧の遅い化学・石油石炭製品は、外力強度6弱では復旧が速く、外力強度6強で復旧の遅かった窯業・土石製品は、外力強度5強では復旧が速かった。データ数が少ないことが一つの原因と考えられる。

4.3 推計手法の検証

外力強度による操業度復旧曲線の推計について手法の検証を行った。使用データは、平成23年10月に、臨海部企業へ実施したアンケート⁴⁾の中で、仙台塩釜港の荷主企業27社の結果である。この中には、非製造業も含まれている。

まず、津波被害があった事業所の検証結果が、**図15**である。操業度の推計は、アンケートに回答のあった荷主企業の各事業所における外力強度を用いて、全体平均値を算出した。一方、アンケート結果は、事業所数の割合である。図より、操業度の推計結果は、アンケート結果の操業再開と完全復旧との間に位置していた。また、津波被害のなかった事業所の結果が、**図16**であるが、3・4月で操業再開と推計結果がほぼ重なっていたものの、5月以降では推計結果はアンケート結果の操業再開と完全復旧との間にあった。以上より、本研究の推計手法は、東日本大震災に関しては、概ね妥当なものと言える。

4.4 間接被害に関する考察

操業度の低下は、生産施設の直接的な被災だけでなく、間接的な要因もある。**表2**は、4.1にて操業度復旧曲線の推計に使用したアンケート結果での事業所について、外力強度別の直接被災の割合を整理したものである。外力強度6強以上ではほとんどの事業所が直接被災していたが、外力強度5弱では直接被災は半分以下であった。これら

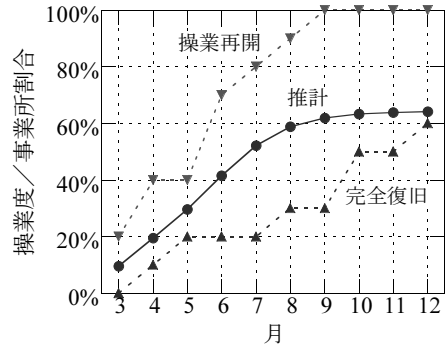


図15 津波被害のあった事業所での操業度推計

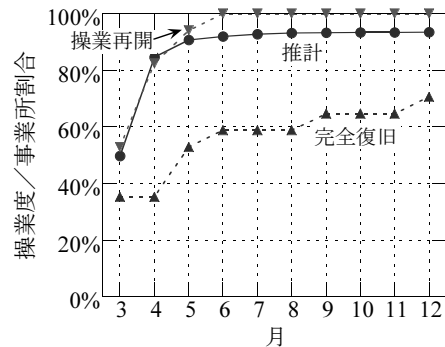


図16 津波被害のなかった事業所での操業度推計

表2 外力強度別直接被災率

外力強度	直接被災	間接被災	被災率
7	36	1	0.97
6強	71	2	0.97
6弱	88	15	0.85
5強	74	47	0.61
5弱	50	57	0.47

の直接被災していない（間接被災）事業所での操業度の低下には、以下の要因が想定される。

- ①ライフライン被災や燃料不足による影響
- ②交通インフラの被災による影響
- ③生産に従事する従業員の不足
- ④原料・部品調達先や製品販売先の被災の影響
- ⑤計画停電や原発事故風評被害による影響

これらの要因のうち、①～③については、その影響度を事業所の所在市区町村の外力強度により、

ある程度表現可能である。一方、要因④⑤は、災害全体の規模により影響を受ける要因であり、事業所の所在市区町村の外力強度では表現が困難と考えられる。直接被災していない事業所の中で、要因④⑤のみの影響で操業度が低下した事業所は約4割であり、その大半が外力強度5強・5弱であった。要因④⑤については、災害の全体規模が東日本大震災ほど広範囲でない場合には、影響度が低下するものと想定される。その場合には、操業度復旧曲線は、特に外力強度5強・5弱において、前節での推計より早く復旧することとなる。しかし、この点の影響については、東日本大震災へのアンケート結果だけでは定量化は困難であり、他の災害において同様の推計を行うことにより、分析を深めていく必要があると考える。

5. 外貿コンテナ貨物量の復旧曲線の推計

5.1 推計の考え方

大規模災害後の外貿コンテナ貨物量の需要復旧曲線は、被災港湾の荷主企業の地理的配置及び外力強度により推計を行う。荷主企業の地理的配置は、各港湾における荷主情報や全国輸出入コンテナ貨物流動調査により把握可能である。外力強度については、各被害想定での、最大震度階と津波高・浸水域の予測結果を使用することとなる。これらにより、外貿コンテナ貨物の荷主企業の操業度の復旧曲線が得られる。

ここで、外貿コンテナ貨物需要と操業度の復旧曲線とは、同一ではない。在庫の状況、発注や輸出入に要する時間等が介在する。そこで、第3章で分析したPIERSデータを元に、外貿コンテナ貨物需要を輸出入別に定量化したのが、図17である。上図の輸出については、発災後も既に輸出手続きの進んでいた貨物の需要があり、その後、操業度の復旧に合わせて貨物需要が増加するが、製造開始から輸出開始までに、6週間ほどのタイムラグ

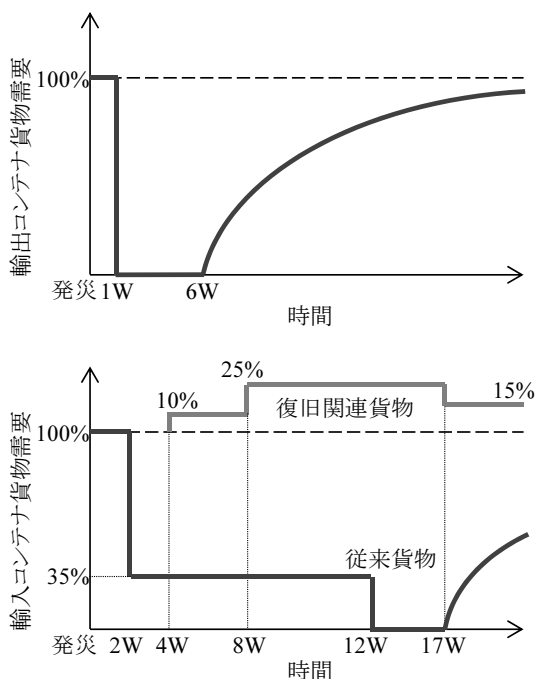


図17 外貿コンテナ貨物需要の定量化

があるものと想定された。

一方、下図が輸入であるが、発災時に既に輸送途上にある貨物の到着が2週間ほどあり、その後、4週間頃から復旧関連貨物の輸送が開始され（通常時の概ね10%：3・4月PIERSデータ平均）、そのピークは8週目頃から、およそ2ヶ月程度（通常時の概ね25%：5・6月PIERSデータ平均）と見られた。また、従来貨物は、2週目頃からおよそ10週間程度通常時の概ね35%の量（4・5月PIERSデータ平均）があり、その後17週目頃から操業度復旧に合わせた輸入量に推移すると想定された。

なお、外力強度が4以下の企業は直接被災しないと想定しているため、被害予測において、該当する荷主企業が存在する場合、コンテナ貨物需要は最低の時期でも0ではなく、当該企業のコンテナ貨物量となる。

5.2 推計手法の検証

前節での定量化手法を用いて東日本大震災における被災港全体での外貿コンテナ貨物需要を推計し、第3章での港湾統計及びPIERSによる輸出入の復旧率と比較した。本来、当該推計に当たっては、全荷主企業の被災外力強度と貨物量の詳細データが必要で、外力強度は想定地震・津波の被害予測結果と各企業の所在地を整理する必要がある。しかし、被災港湾での外貿実入コンテナ貨物の7割超が仙台塩釜港であることから、ここでは、4.3の検証で使用した仙台塩釜港企業へのアンケート結果⁴⁾での事業所数及び各事業所の外力強度をそのまま用いることとした。

輸出の推計結果が、図18である。PIERSデータを基に定量化しているため、基本的には、推計結果はPIERSデータに近くなる。推計結果と港湾統計との大きな相違点は、6月の復旧率低下の有無である。この点については、PIERSデータにおいて6月の低下が見られなかったことから、特定の地域や品種等の影響の可能性も考えられる。推計結果と港湾統計との決定係数は0.40、PIERSとは0.69であり、課題はあるものの、利用可能な精度の推計である。

一方、輸入の推計結果が、図19である。やはり、推計結果はPIERSデータに近く、4・5月で港湾統計と乖離があった。復旧関連貨物の割合や4・5月の従来貨物の残存割合が、対米国とアジアを中心とする対世界全体では、傾向が異なっていた可能性が考えられる。また、これらの割合は、災害の規模や地域特性により異なる可能性がある。推計結果と港湾統計との決定係数は0.44、PIERSとは0.71であり、4・5月の復旧率について課題があるものの、簡便な方法としては、利用可能である。

以上より、地震等外力強度の想定と、荷主企業の地理的配置のデータがあれば、図17を利用して、発災後の外貿コンテナ貨物需要の復旧曲線が、容

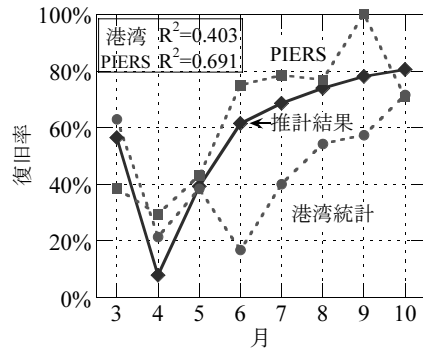


図18 推計結果と港湾統計・PIERS との比較（輸出）

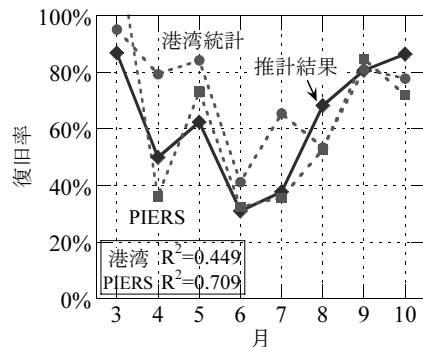


図19 推計結果と港湾統計・PIERS との比較（輸入）

易に推計可能となった。

なお、アンケート結果⁴⁾によれば、被災港湾での港湾機能停滞が、荷主企業の出荷量を減少させていた。また、東日本大震災を踏まえて各企業がBCPの策定を進めている。これらの影響を踏まえると、今後の大規模災害においては、コンテナ貨物需要がより早期に復旧する可能性があるが、その影響の定量化への反映については今後の課題である。

6. 結論

本研究は、港湾BCPへの適用を念頭に、大規模災害後の外貿コンテナ貨物量の需要復旧曲線について、港湾統計・PIERSデータによる東日本大震災の影響分析や、同震災により影響を受けた製造業者へのアンケート結果を基に、各港湾等におい

て利用可能な定量化手法の構築を試みたものである。本研究で得られた結論は、以下のとおりである。

- (1) 東日本大震災発災後の被災港の外貿コンテナ貨物需要は、輸出ではPIERS データで4月から復旧傾向が見えた（港湾統計では、6月に再度低下）のに対し、輸入では港湾統計・PIERS データ共に6月からの復旧であり、さらに輸入では、通常貨物とは別に復旧関連貨物があることが判った。
- (2) アンケート結果を用いて、外力強度毎の操業度の復旧曲線を推計した。さらに、仙台塩釜港荷主企業への別のアンケート結果によって、推計手法が概ね妥当であることを確認した。
- (3) 港湾統計・PIERS データの分析結果と操業度の復旧曲線を組み合わせることにより、発災後の外貿コンテナ需要を定量化した。その結果を港湾統計及びPIERS データでの復旧率と比較し、一部相違はあるものの、東日本大震災の状況を前提とすれば、ある程度の精度で実用可能であることを確認した。

本研究は、様々な地震・津波等大規模災害を対象とした港湾 BCP への適用を目的としたものであるが、分析データとして使用したのは東日本大震災のみであった。被災の状況は、災害の強度や地域特性等により異なるため、今後は、過去の他の災害におけるデータの入手を試み、推計精度の向上を図って参りたい。また、荷主企業のBCP策定による操業度の早期復旧効果についても、何らかの方法で、貨物需要復旧曲線への反映を検討していきたい。

謝辞

PIERS データを用いた分析については、国土交通省国土技術政策総合研究所の安部智久港湾計画研究室長にご協力を頂いた。

引用・参考文献

- 1) 安部智久：事業継続支援のための国際物流インフラマネジメント方策に関する基礎的検討，国土技術政策総合研究所資料，No.409，2007。
- 2) 吉村勇祐・梶谷義雄・多々納裕一：東日本大震災が企業の生産能力に与えた影響に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.45，2012。
- 3) 宮本卓次郎・新井洋一：地震災害に対応した港湾の国際物流サービス維持のための対策の提案—名古屋港における試行的実践と課題—，沿岸域学会誌，Vol.22，No.4，pp.93-104，2010。
- 4) 国土交通省東北地方整備局：平成 23 年度東日本大震災を踏まえた東北地方の港湾物流機能維持検討業務報告書，2012。
- 5) 瀬間基広・赤倉康寛：外航船動静及び対米国コンテナ流動への東日本大震災の影響—速報—，土木計画学研究・講演集，Vol.44，2011。
- 6) 岡村京子，峯猛，神田正美，小野憲司：東日本大震災による我が国の生産・物流ネットワークへのインパクトの評価と企業 BCP の課題，土木計画学研究・講演集，Vol.45，2012。
- 7) 気象庁：「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」により各地で観測された震度等について（第 3 報），平成 23 年 6 月 23 日付報道発表，2011。

著者紹介

赤倉 康寛（正会員）

京都大学防災研究所（京都府宇治市五ヶ庄），平成 7 年 3 月東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修了，同年 4 月運輸省入省，平成 24 年 6 月より京都大学准教授，博士（工学），土木学会会員。

E-mail: akakura.yasuhiro.6n@kyoto-u.ac.jp

小野 憲司（正会員）

京都大学防災研究所（京都府宇治市五ヶ庄），昭和 55 年 3 月京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修了，同年 4 月運輸省入省，平成 24 年 6 月より京都大学教授，博士（学術），土木学会会員，日本港湾経済学会会員，日本物流学会会員，Eastern Asia Society for Transportation Studies 会員。

E-mail:ono.kenji.5z@kyoto-u.ac.jp

岡村 京子（非会員）

国土交通省近畿地方整備局港湾空港部（兵庫県神戸市中央区海岸通り 29 番地），平成 13 年 3 月東京大学地域経済・

資源学科卒，平成 18 年 4 月国土交通省入省，現在近畿地方整備局港湾空港部港湾計画課港湾施設マネジメント係長。

E-mail:okamura-k2fb@pa.kkr.mlit.go.jp

福元 正武（非会員）

国土交通省東北地方整備局港湾空港部（宮城県仙台市青葉区花京院 1 丁目 1 番 20 号），平成 12 年 3 月東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻修了，同年 4 月運輸省入省，平成 24 年 7 月より現職。

E-mail:fukumoto-m2mk@pa.thr.mlit.go.jp

A Quantification Method of the Demand for Foreign Container Cargo Volume after Large-Scale Disasters

**Yasuhiro AKAKURA, Kenji ONO, Kyoko OKAMURA
and Masatake FUKUMOTO**

ABSTRACT : The Great East Japan Earthquake gave the serious damage to the production facilities of many companies over a wide area. In addition, the ports, which play a crucial part in import of raw/intermediate materials and export of products, were also seriously damaged, and the companies were obliged to use the alternative port in part. Based on this background, and in order to prepare for the emergent large-scale disasters, BCP for port management is now developed.

This study tried to quantify the demand for foreign container cargo volume after large-scale disasters using the data of port statistics, PIERS and results of questionnaires to manufacturing plants.

KEYWORDS : *Large-Scale Disaster, Container, BCP, Recovery Curve*