

東日本大震災における港湾物流へのインパクトと 海運・港湾部門のレジリエンス機能

Impacts of the East Japan Great Earthquake on the Port and Shipping Sub-sector and Its Resiliency Observed in the Recovery Phase

小野憲司・赤倉康寛

Kenji ONO and Yasuhiro AKAKURA

Synopsis

The 3.11 East Japan Great Earthquake and the tsunami completely paralyzed port functions in Tohoku and north Kanto regions, and resulted in long-continued disruption of shipping links to/from Tohoku region. Lessons learnt from the quake include an unexpected delay in mobilizing rehabilitated port functions for commercial ship calls, and identified advantages of ferry boats as multi-modal transportation means before completion of restoring port facilities. This paper discusses, analyzes and summarizes an impact and rehabilitation process of Tohoku ports damaged by the quake by focusing on the resumed ship calls after the disaster. Strategic approaches for mobilizing ferry boats are also discussed for not only securing emergency relief logistics but for assisting in recovery of damaged regional supply chain.

キーワード: 震災復旧, 物流, 港湾・海運部門のレジリエンシー

Keywords: disaster recovery, logistics, resiliency of port and shipping sub-sector

1. はじめに

一昨年3月の東日本大震災及び津波は、東北及び北関東地域の港湾・海運部門の機能を一瞬にして麻痺させた。その際、被災地への救援要員及び緊急支援物資の輸送や生産を再開した地域産業のサプライ・チェーンを円滑に復活させるため、国及び港湾管理者の主導の下で防波堤や岸壁、航路、泊地等の港湾基本施設の応急復旧作業が進められた。また、地域産業の操業再開にともない港湾・海運部門の輸送需要も回復した。

赤倉ほか（2013）は、東日本大震災で被災した我が国の製造事業所を対象として国土交通省が実施したアンケート等調査データに基づき、事業所の操業度の回復過程やそこから発生する貨物輸送需要量の推計を行い、東日本大震災によって被災し港湾が機能停止したことによって生じた、貨物需要と港湾取扱能力のギャップを明らかにした。

赤倉らの研究は、東日本大震災直後における東北地域の港湾貨物取扱需要の復活と復旧された港湾がこれらの需要に応じてゆく過程を明らかにしたが、港湾の被災後に船社が港湾利用を再開する過程やその特性には触れられてはいない。

そこで本稿では、東日本大震災後の東北・北関東地域の港湾の復旧に対応した船舶寄港の復活の特性について、国土交通省等が収集した港湾・海運機能復旧の記録や港湾統計に基づいて分析を行い、大規模な災害後の海運輸送機能の復活に先立ち公共ふ頭水域施設等の港湾基本施設の応急復旧が果たす役割やその効率性、効果についての評価を試みる。

また、被災地の企業が操業を再開した際の物流需要にフェリーやRo-Ro船がいち早く対応したことに注目し、ガントリークレーン等の埠頭機能施設の支援を必ずしも必要としないことから機動的に寄港地を変更でき、トラック等を運転手ごと直接輸送する簡便なマルチモーダル輸送機関であるフェリー等に

ついて、災害後の海運・港湾部門の復旧・復興過程におけるその強みの分析を試みるとともに、今後発生が危惧される南海トラフの巨大地震などの広域災害発生時におけるフェリー等の戦略的な活用の可能性について考察する。

2. 物流インフラの被災と復旧

2.1 東日本大震災及び津波の特徴

2011年3月11日に東北及び北関東を襲った東日本大震災は、14時46分のマグニチュード9の地震にはじまる40分間に、東北から関東に至る東日本太平洋沖で連続して発生したM9～M7級の4地震から構成される広域災害である。我が国の災害史上例を見ないこの地震によって、青森から千葉にいたる東北、関東の6県は最大震度7の大きな揺れと津波に見舞われ、中でも岩手県、宮城県、福島県、茨城県の津波被害は著しい。沿岸域で記録された津波の最大遡上高さは約40mに達し、岩手、宮城、福島の3県だけで沿岸地域497平方kmが津波による浸水被害にあった。港湾においても最大震度6強の揺れが観測され、津波高さは岩手県大船渡港で9.5mに達した。[Fig. 1]

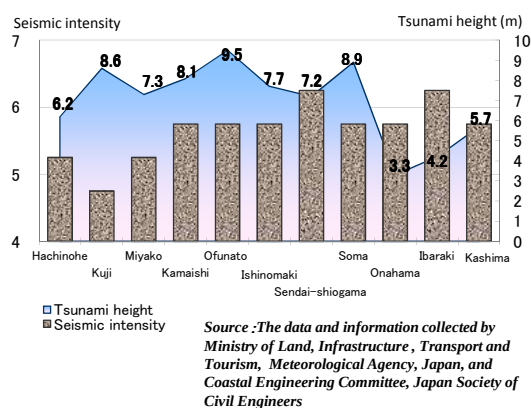


Fig. 1 Seismic intensity and tsunami height at the port site due to the east Japan great earthquake (see Ono et al, 2012)

相馬港以北の港湾では比較的大きな津波高さを記録し、津波によって防波堤や海岸堤防が破壊される等の被害がもたらされた。一方、相馬港以南の港では、やや大きな震度と、構港湾造物に被害を与えやすいとされる0.3ヘルツ～1ヘルツの揺れが卓越し、地震動による岸壁等の変状が発生した。

いずれにしても東日本大震災の発生とともに、東北、北関東地域の主要な港湾、東北縦貫自動車道及び主要国道等の内陸交通網は、地震の揺れと津波によって各地で主要な施設が被災し、地域の物流機能は一瞬にして停止した。

2.2 東日本の物流インフラの被害と復旧

青森県の八戸港から茨城県の鹿島港に至る重要港湾では、防波堤や岸壁等の基本施設が損壊したほか、これに加えて、荷役機械、上屋、倉庫の埠頭機能施設が被害を受け、また、航路や泊地等の水域施設も津波によって押し流された瓦礫等によって覆われ、船舶の入港が不可能となった。

一方内陸に目を向けると、東日本大震災の地震動や津波によって東北縦貫自動車道の15区間が、また一級国道69区間、2級国道102区間、県道540区間が閉鎖された。特に青森県から岩手県、宮城県に至る海岸沿いの国道45号線は津波による橋梁等の流出によって寸断された。幸いなことに東北縦貫自動車道路と一級国道4号線最は迅速に復旧することができ、発災の翌日には自衛隊や消防、警察等の救援輸送用車両が通行することが可能となった。沿岸部を通る国道45号線は津波による被害が大きかったため、内陸部の国道4号線から北上山地を縦断して沿岸部に至る2級国道の啓開が優先され、翌日12日の夕刻までには太平洋沿岸の主要都市に至る横断ルートの確保に成功した。

しかしながら、東北沿岸域の被災港湾においては、発災後51時間続いた大津波警報・津波警報・津波注意報の間は、基本施設及び埠頭機能施設の被災状況や水域施設の埋塞状況を調査するために現地に立ち入ることができず、また作業船による航路・泊地の啓開作業（瓦礫等の撤去作業）も開始できなかった。その結果、水域施設の啓開は発災後3日たった3月14日ようやく本格的な作業が開始された。

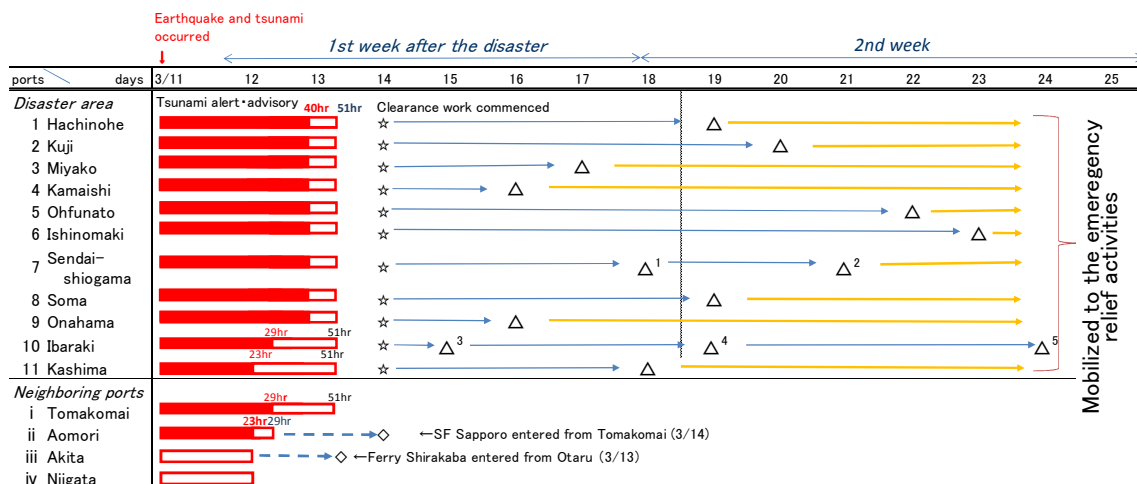
各港湾の主要な水域施設の啓開作業は、最も早かった茨城港常陸那珂港区で約1日、釜石港および小名浜港で約2日、宮古港は約3日で終了し、3月16日に釜石港及び宮古港の災害対応埠頭に緊急支援助物資運搬船が入港することができた。[Fig.2]

一方、養殖いかだ等の流出浮遊物が多かった大船渡港や石巻港、茨城港大洗港区ではこのような主要航路・泊地の啓開作業に7～9日を要した。

部分的に啓開作業が終了し、一部の埠頭への入港が可能になると、これらの港湾ではまず緊急支援助物資運搬船や重油、ガソリン等の緊急輸送船が優先的受け入れられた。一般商船の入港制限は、例えば仙台塩釜港および石巻港では4月1日に解除された。

被災港湾のバースの復旧状況をみると、青森県の八戸港から茨城県鹿島港の間にある地方港湾を含む21港の水深-4.5m（1,000DWT級貨物船対応）以上の岸壁373バースの内、応急復旧により暫定利用可能となったバースは平成24年5月7日時点で291バース

（78%）に達したが、瓦礫等の堆積による入港船舶の吃水制限や荷役時の荷重制限が残存している施設



Legend:

- ☆: Commencement of repairing facilities, mustering dockworkers and clearing water ways.
- △: Port facilities to be mobilized for emergency relief activities
- : Tsunami Alert
- : Tsunami advisory

Remarks:

- 1) Sendai area cleared.
- 2) Shiogama area cleared
- 3) Hitachi-naka area cleared
- 4) Hitach area cleared
- 5) Oarai area cleared

Fig. 2 Clearance works of blocked water area by floating wreckages and sunken obstacles in the disaster ports (see Ono, 2012)

も多く、本格復旧に向けた工事が続けられた。

東北地方整備局が管轄する重要港湾8港において暫定復旧され使用が可能となったバース数の毎月の推移をFig. 3に示す。図の凡例の右側には、各港が震災前に有した水深-4.5m以上の公共バースの数を併せて記した。なおここで言う公共バースとは、「一般の商船の停泊を目的として港湾管理者が運営する埠頭であって、対象船舶が1隻着岸することができる岸壁及びその全面水域の1単位（1バース：船席）」である。

公共バースの数が最も多い小名浜港は72バースを有し、これに次いで八戸港の44バース、国際拠点港湾（特定重要港湾）仙台塩釜港が44バースとなっている。最も公共バースが少ないのは釜石港の7バース、次いで大船渡港の10バースである。

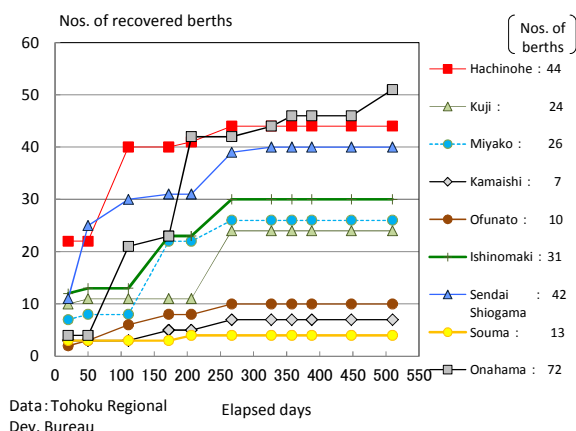


Fig. 3 Rehabilitation of damaged public wharves (the number of berths) (see Ono et al, 2013)

また、Fig. 4に各港の暫定復旧バース数の震災前バース数に対する比率（暫定復旧率）を示す。発災後9か月で9港平均の暫定普及率は84%に達したが、各港湾別にみると、揺れによる被害の大きかった小名浜港と相馬港の復旧率が低い一方で、宮城県の石巻港、仙台塩釜港で90%台、岩手県以北の5港では100%に達した。

最も復旧が早い八戸港では4か月弱の間で90%の公共バースが使用可能となった。また仙台塩釜港、釜石港、大船渡港、宮古港、石巻港も震災後半年で70～80%の公共ふ頭が使用可能となっている。一方、東北地方で最大のバース数を有する小名浜港は震災後1年が経過しても60%の水準を推移し、津波によって防波堤に大きな被害があった相馬港では三分の二の公共ふ頭が使用できない状態が続いている。これらの復旧速度の違いは、防波堤等の外郭施設

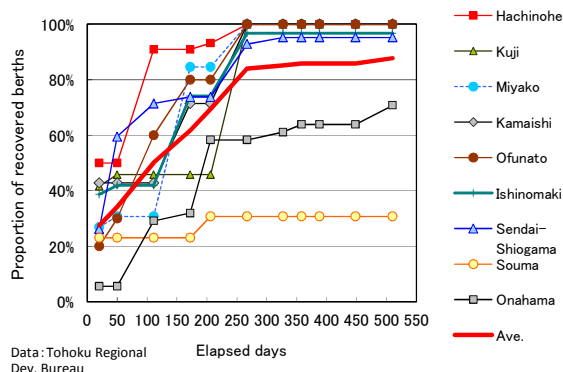


Fig. 4 Rehabilitation of damaged public wharves (ratio of the rehabilitated berths) (see Ono et al, 2013)

の被災の程度や工事資材の調達、技術管理、国と港湾管理者の連携状況などが復旧工事の進捗に影響を及ぼしたためであると考えられる。

2.3 海運輸送活動の復活

前節で述べたように被災した港湾の基本施設の応急復旧や啓開が終わっても、すぐに一般商船の入港が許されたわけではなく、また船会社も埠頭機能の回復やトラック等陸上輸送サービスの提供の状況、荷主からの輸送需要回復状況を見ながら船の寄港を再開した。特に、津波によって上屋・倉庫が破壊されたり、トラクター・トレーラーが流されたり、フォークリフトが損壊するなどの荷役・保管機能にも大きな被害が生じた港湾では、水域施設や岸壁等が復旧しても荷役ができないため、定期船航路を中心として港湾への寄港サービスの再開に大きな遅れが生じた。

中でも荷役に大型の荷役クレーンであるガントリークレーンが必要とされるコンテナ定期船航路の再開には時間を要した。仙台塩釜港を中心とする内航コンテナ航路の再開は約3ヵ月後、韓国・中国航路は6ヵ月後、東北地方唯一の国際基幹航路である仙台塩釜港の北米航路は、発災10ヵ月後の平成24年1月になってようやく再開された。

また、津波による浸水被害を蒙った臨海部立地企業の操業再開にも多大な困難が伴った。東日本大震災の被災を契機として他地区に生産を集約した企業や、操業は再開できたものの操業停止間のブランクが災いして元の市場シェアを回復できず業績が低迷する企業も現れ、震災後、いくつかの港湾では海運貨物輸送需要が低迷する事態に至った。

2.4 地域産業の復興期に要請された海上輸送

1990年代初頭にトヨタが国内の第三の生産拠点に位置付けて以来、東北地方においては自動車組立工場や部品・素材工場、半導体企業等から構成される自動車産業クラスターの形成が進んできた。東北地方の自動車産業クラスターは、国内にとどまらず、欧米や中国・東南アジアの日本の自動車産業にとって重要な部品供給源となっていたことから、これらの生産拠点が東日本大震災によって大きな影響を受け操業停止に追い込まれると、その影響は世界に広まった。

Ono(2012)は、大手カメラメーカーのデジタルカメラの国内生産拠点である九州大分工場及び長崎工場が、東北地方からのコンデンサーなどの電子部品の供給が滞ったため約一ヵ月弱操業を停止したこと、及び、自動車部品供給量の大幅な減少によって、4月後半から5月末にかけて北米の日系大手自動車メ

ーカーの製造ラインの生産水準が平常時の20%程度まで低下したこと等を指摘した。

東北経済産業局が管内123社を対象として実施した東北地域の主要製造業の操業再開状況調査の結果をFig. 5に示す。2011年3月末時点では63%の事業所が完全に操業を停止した状態であったが、4月末までには一部再開を含めた生産再開事業所が69%にのぼり、5月末に78%、6月末には85%に達した。

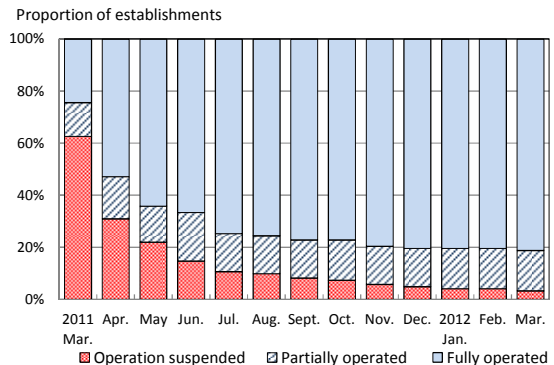


Fig. 5 The proportion of major establishments fully / partially operated after the East Japan Great Earthquake (see Tohoku Bureau of Economy, Trade and Industry (2012))

また経済産業省(2011)が、震災直後の2011年4月初旬に製造業55社、小売り・サービス業25社を対象として行った操業再開の見通し等に関する緊急調査では、発災後1ヶ月の時点で約9割の製造事業者が3ヵ月程度の期間内に操業再開をめざしていたこと等が報告されている。

このように、東日本大震災のような広域的な大災害にあっても、東北地域の多くの製造事業者が、生産ラインの早期再開を目指して事業所の施設や設備等の復旧作業を行い、概ね3ヵ月のうちに操業再開を果たしたことを勘案すると、通信、電気、ガス、水道といったライフラインや海陸空の輸送インフラにも3ヵ月程度を目途とした目標復旧時間(RTO: Recovery Time Objective)の設定が求められていることが伺い知れる。

これらの主要企業の生産活動の再開にあわせて、応急復旧された港湾における貨物取扱需要も高まった。例えば仙台塩釜港においては、4月1日に一般商船の入港が許可されると、4月8日には最初の自動車運搬船が完成車を搬入、4月16日には東北地方において完成車生産を行うセントラル自動車が船便による自動車の積み出しを行うなど、まずRo-Ro船による海上輸送が再開された。

他方、仙台塩釜港のコンテナ船航路の復旧には多大な時間を要した。仙台塩釜港仙台港区の高砂埠頭

1 号岸壁は、エプロン部の段差や沈下等の岸壁構造物本体が損傷し、またクレーンレールの蛇行や埠頭上には津波による瓦礫の散乱等が発生したため、応急復旧は難航した。同埠頭に寄港する内航コンテナ定期船航路は、応急復旧工事に約 3 か月を費やした後、6 月 8 日に再開された。

また、外貿コンテナふ頭である高砂コンテナターミナルでは、岸壁が海側に大きくはらみ出し、ガントリークレーンが倒壊したことから、定期船航路の復活には更に時間を要した。高砂コンテナターミナルに外貿コンテナ船が戻ってくるのは、アジア航路（中国・韓国向け）が9月30日、また北米航路の再開は翌年1月22日となった。

3. 港湾・海運輸送回復における相互作用

本章では、前章までに述べた東日本大震災による港湾の被災と復旧状況を受けて、港湾機能の停止が海運・港湾物流に及ぼしたインパクトや、機能復旧が成った港湾における船舶利用の特性について分析を試みる。

3.1 港湾取扱い貨物量へのインパクト

前章で述べたように、青森県の八戸港から茨城県の鹿島港に至る11の重要港湾の機能は、防波堤、岸壁、荷役機械、上屋・倉庫等の被災や瓦礫等による航路・泊地の埋没によって大幅に低下した。また、地震の揺れや津波によって事業所が被災したため、東北地方の自動車関連産業やIC産業の操業も停止した。その結果、港湾を通過する貨物量は平成23年3月以降大幅に減少した。

国土交通省が取りまとめる港湾統計によると、震災後3か月間の全国の輸出貨物量は、コンテナが対前年同期比で-8.1%、非コンテナ貨物は-20.5%と大幅な減少となった。一方、輸入は、サプライ・チェーンの分断による国内製造業向け部品、半製品や生活用品の供給不足を補うための緊急輸入を反映して、コンテナ貨物量が対前年同期比で8.6%の増加、非コンテナ貨物量もほぼ横ばいとなった。福島第一原発事故の風評被害やLNG等のエネルギー資源の輸入量増大も、平成23年度後半にかけての外貿貨物量の動向を大きく左右する要因となった。

3.2 公共バースの復旧と入港船数回復の比較

本節では、前章で述べた震災瓦礫によって埋塞した航路・泊地等水域施設の啓開や変状の生じた港湾構造物の応急復旧作業の進展に対応して再開された船舶の入出港や荷役の時間特性について述べる。

前章で述べたように、被災した港湾では、震災後

51時間にわたって津波警報・注意報が発令され、港湾へのアクセスが一切途絶えたが、3月14日から水域施設の啓開や港湾構造物の応急復旧作業が本格化し、主要な公共ふ頭に接続する航路・泊地の啓開作業は震災後概ね10日間で完了した。

しかしながら、公共バースを含む港湾の埠頭の多くでは、岸壁等構造物の変状や荷役クレーンの脱輪、破損、上屋・倉庫の損壊等によって数週間から数ヵ月以上にわたって機能が停止し、海運輸送のための港湾サービスが低下した。また、埠頭機能施設を含む港湾インフラが復旧しても、すべての港湾で直ちに商船が入港したわけではなかった。臨海部立地企業が事業所閉鎖や移転を余儀なくされたり、港湾インフラの復旧の遅れによって他の港湾経由に貨物輸送ルートが変更されれば、港湾の利用者そのものが失われ、海運・港湾部門の輸送需要は大きく減少する。その場合、港湾は復旧しても貨物輸送需要は元の水準に回復せず、商船の入出港も減少したままとなる。

本節では、国土交通省や港湾管理者によって記録が残されている公共バースの復旧過程をベンチマークとして、港湾機能の復旧の度合いと港湾への商船入港数の復活状況を比較することにする。ここで、「商船」は、港湾統計上と言う商船であり、入港船舶からフェリー等定期旅客船や漁船、その他の特殊船を除いた船である。

港湾サービスを表すもっとも基本的なパラメータの一つとしてしばしば用いられる指標に、バースの数と時間の積で定義される「バースウィンドウ」がある。一方、船舶による港湾サービスの占有の度合いは、入港船数とバースにおける停泊時間の積で表現できる。

そこで t 日までの間に応急復旧によって $Nb(t)$ バースの公共岸壁が利用可能となり $Ns(t)$ 隻の船舶の入港があった港湾において、港湾サービスに提供された当該港湾の総バースウィンドウ量を $Bw(t)$ 、それらに停泊した船舶の延バース占有時間を $Bo(t)$ とおき、当該港湾の総バース数に占める公共バースの数の比率を α 、入港船1船当たりの平均停泊時間を β 日とすると、

$$Bw(t) = \frac{1}{\alpha} \int_0^t Nb(t) dt \quad (1a)$$

$$Bo(t) = \beta \int_0^t Ns(t) dt \quad (1b)$$

と表される。一方、当該港湾の震災前の公共バース数及び日平均入港船舶数を $Nb(0)$ 及び $Ns(0)$ とおき、震災前の公共岸壁比率を α_0 、1船当たりの平均滞在

時間を β_0 とすると、震災前の t 日に提供されたバスウィンドウ量 $Bw(0)$ 及び入港船による延バス占有時間 $Bo(0)$ は、それぞれ次のように表される。

$$Bw(0) = \frac{t}{\alpha_0} Nb(0) \quad (2a)$$

$$Bo(0) = \beta_0 t Ns(0) \quad (2b)$$

ここで、バスウィンドウ量及び延バス占有時間の震災前後の比 $Bw(t)/Bw(0)$ 及び $Bo(t)/Bo(0)$ は、当該港湾におけるバスウィンドウ量の復旧度合、及び船舶寄港数の復活度合を表すと言える。上記(2a), (2b)から、

$$\begin{aligned} Bw(t)/Bw(0) &= \frac{1}{\alpha} \int_0^t Nb(t) dt / \frac{t}{\alpha_0} Nb(0) \\ &= \frac{\alpha_0}{\alpha \times t} \times \int_0^t \frac{Nb(t)}{Nb(0)} dt \end{aligned} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} Bo(t)/Bo(0) &= \beta \int_0^t Ns(t) dt / \beta_0 t Ns(0) \\ &= \frac{\beta}{\beta_0 \times t} \times \int_0^t \frac{Ns(t)}{Ns(0)} dt \end{aligned} \quad (3b)$$

上記の2式中の $Nb(t)/Nb(0)$ 及び $Ns(t)/Ns(0)$ は、震災後 t 時点までに復旧された公共バス数及び震災後の入港船舶数のそれぞれ震災前に対する比率であるから、それぞれを「公共バス復旧率」及び「入港船舶数回復率」と呼ぶことにする。被災港湾の中から仙台塩釜港、八戸港、石巻港、小名浜港の4港について、公共バス復旧率及び入港船舶数回復率の時間推移を見てみるとFig. 6の通りとなる。こ

こで $No(0)$ は港湾統計における各港の商船入港隻数の平成21年～22年の平均値を用いた。

八戸港では公共バスの復旧に連動して入港船舶数が回復しているが、仙台塩釜港では、震災後1年間にわたって入港船舶隻数の回復が公共バスの復旧率を大きく下回っている。防波堤が津波によって被災するなどの被害を受けたものの、埠頭の荷役機能回復の立ち上がりが早く震災後他港の穀物輸入等の機能が移転集約される等港勢回復が順調であった八戸港に比して、先述の通り、ガントリークレーンの復旧に時間を要し、定期船航路も回復に苦慮した仙台塩釜港の差異が表れているものと考えられる。しかしながら仙台塩釜港は東北地方全体を背後圏とする流通拠点港湾であることから、10か月後に北米航路が復活するなど、地域の生産・消費の復興とともに入港船舶数は回復を示している。

一方、工業港湾である石巻港では、港湾利用者の多くが臨海部に立地し津波による生産設備の被害が大きかったため、公共バスは早期に暫定復旧したものの、主力の製紙事業所がフル操業にまで回復するのに1年を要し、また、穀物飼料センターが閉鎖され八戸港に機能移転したこと等から、入港船舶によるバス占有度を示す入港船舶数回復率は、震災前の30%前後と言う低水準に止まっている。

逆に、公共バスの復旧率が60%にとどまっている小名浜港で、入港船舶の数が劇的に増加し、9か月後には震災前の1.2倍を超えた。これは、福島第一原発事故の影響で勿来等周辺の火力発電所向けの重油、原油類の専用バスにおける取り扱いが震災前の

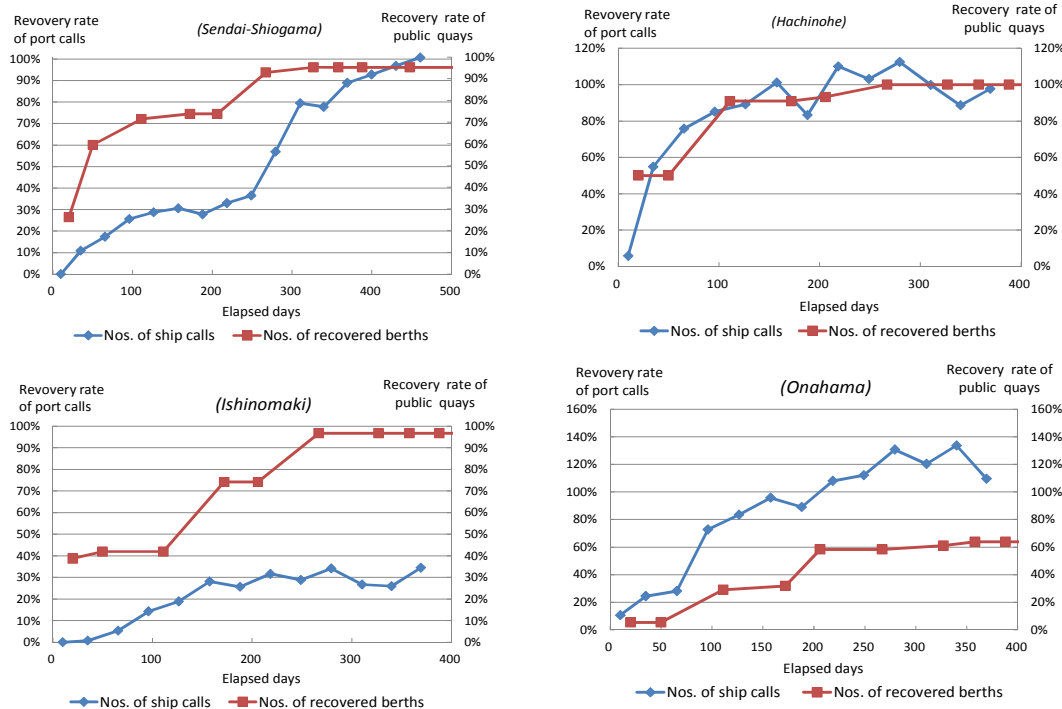


Fig. 6 Recovery rates of commercial ship calls and public quays at the disaster ports (see Ono et al, 2013a)

1.2倍に増加したこと、石炭の輸送船の船型が、大型石炭バースの被災によって小型船にシフトしたこと等によるものであると考えられる。

3.3 復旧港湾インフラの利用度の評価

震災後 t 日経過時点までに応急復旧された公共バースのバース占有率は、総バースウィンドウ量に対する入港船舶の延バース占有時間の比率 $Bo(t)/Bw(t)$ で表せる。同様に、震災前のバース占有率は $Bo(0)/Bw(0)$ であるから、この震災前後のバース占有率の比を復旧港湾インフラ利用度： $Mr(t)$ と定義すると式(4)が得られる。

$$Mr(t) = \frac{Bo(t)/Bw(t)}{Bo(0)/Bw(0)} = \frac{Bo(t)/Bo(0)}{Bw(t)/Bw(0)}$$

$$= \frac{\beta}{\beta_0} \times \frac{\alpha}{\alpha_0} \int_0^t \frac{Ns(t)}{Ns(0)} dt / \int_0^t \frac{Nb(t)}{Nb(0)} dt \quad (4)$$

$Mr(t)$ は、応急復旧後暫定供用されたバースのバースウィンドウが時間 t までの間に、震災前に比べてどの程度使用されていたかを示す指標であり、(4)式から、Fig. 6に示した公共バース復旧率及び入港船舶数回復率をそれぞれ時間 t まで積分した値の比率であることがわかる。

ここで α/α_0 及び β/β_0 に関しては、以下のような考察が可能である。即ち、

- ① 一般の港湾では航路や主要な泊地は公共施設であることから、専用バースよりも公共バースの復旧が先行する傾向が強い。従って、震災直後は $1 < \alpha/\alpha_0$ となり、専用バースの復旧とともに1に漸近するものと予想される。
- ② 津波による航路・泊地の埋没や海底障害物によって、入港船の喫水が制限される場合が多い。従って、震災直後は一船当たりの荷役量は一般に常時より少なく、 $0 < \beta/\beta_0 < 1$ となる。中長期的には、震災を契機として近隣港等との機能集約が図られ岸壁の大型化が進むことも考えられ、その場合は $\beta/\beta_0 > 1$ も起こり得る。[Fig. 7]

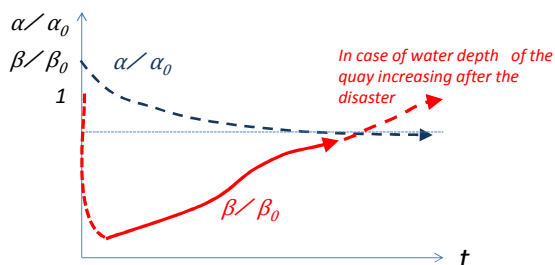


Fig. 7 Schematic view of the change in values of α/α_0 and β/β_0

東北の被災港湾の各港について復旧港湾インフラ利用度 ($Mr(t)$) を計算したものをFig. 8に示す。こ

こでは簡単のため、公共バースの比率及び荷役時間が震災前後変わらない ($\alpha = \alpha_0$, $\beta = \beta_0$) と仮定している。

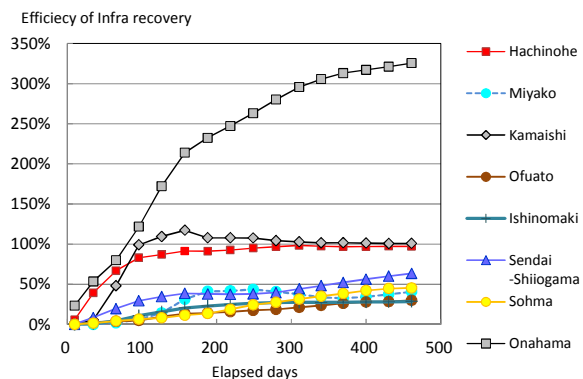


Fig. 8 Efficiency indices of rehabilitated public berth in major Tohoku ports (Ono, et al (2013))

八戸港や釜石港では3ヵ月程度の間に応急復旧し暫定供用したバース数に見合って商船の入港が増加し $Mr(t)$ は100%に漸近している。特に八戸港では、Fig. 6に示すように3ヵ月から半年の間に商船の入港数が震災前のほぼ100%に戻り、また釜石港でも80%の水準まで回復し、順調に回復する港勢に沿って効率的に復旧された公共ふ頭の利用が進んだことが分かる。

一方、小名浜港を除く他の重要港湾では、震災後6ヵ月までの入港商船隻数の水準は20%~40%と伸び悩んだことから、1年半を過ぎてようやく震災前の水準に復帰した仙台塩釜港を除くと、 $Mr(t)$ の値は50%に到達できておらず、貨物需要の低迷が暫定復旧された公共ふ頭の利用に影響を及ぼしていることがわかる。

なお、小名浜港の港湾インフラ利用度は震災後1年で300%の高水準に達しているが、これは先述の重油、原油類の専用バースによる取り扱いの増加と公共バースの復旧の遅れに加えて、震災前に比して小型船が増えた（実際は $\beta/\beta_0 < 1$ であった）ことから見かけ上 $Mr(t)$ が大きく評価されたためでもあると考えられる。

本章で述べた復旧港湾インフラ利用度といった指標は、施設復旧の進捗度や港湾取扱貨物の回復等の個々の指標では明確とはし難い海運・港湾部門全体の機能の復旧・復興の度合いに関する理解や、港湾物流機能の効率的で効果的な復旧、復興のための示唆等の有益な情報を与えるものであると考えられる。

今後、復旧港湾インフラ利用度をより的確に計測するため、震災直後の入港船舶の停泊・荷役の状況や暫定復旧バースの公共・専用比率等の詳細な情報を収集していきたいと考えている。

4. 災害時緊急物流とフェリー

第3章では、応急復旧された港湾施設の海運利用面での有効性について評価し、特に仙台塩釜港のような物流拠点港湾においては、輸送需要の復活に加えて荷役機械等の埠頭機能施設の復旧の遅れが港湾復旧と海運利用復活の間にタイムラグを生じさせることを指摘した。

一方、港湾機能復旧の過程で、コンテナ航路の本格的な復旧に先駆けて、荷役上の機動性の高さを生かしつつ、発災後わずか数週間で被災地港湾を拠点とするフェリーやRo-Ro貨物船による航路再開が行われた。被災地への自衛隊の輸送や支援物資の搬入にも長距離フェリー等が活用された。

災害の視点から物流を眺めると、海運輸送にも上記のような2種類の機能が常に求められる。すなわち、災害時に、緊急的に多量の自衛隊や消防、警察等の要員、資機材や水、燃料、食料等の支援物資の緊急輸送、避難民の搬送などを行う「災害時緊急物流」と、地域経済の復旧・復興の段階に地域の事業所が必要とする原材料、部品類の搬入や生産品の出荷を担う「災害復興支援物流」である。

本章では、第2章及び第3章の議論を踏まえつつ、港湾の埠頭機能施設が不十分な中にあっても緊急物流手段として今後様々な形で活用が期待される長距離フェリーやRo-Ro貨物船等（以降「長距離フェリー等」と言う）の災害時における強みの評価を行うとともに、その戦略的な活用政策の在り方について検討する。

4.1 わが国の長距離フェリー等

わが国沿岸域には51隻、総トン数は59万7千トンの長距離フェリー等が就航している。その全体の輸送能力は、旅客定員が3万人、加えて乗用車3,800台、トラック500台、トレーラー等492台の航送能力を有する。これらの長距離フェリー等は、全国で毎週のべ約400航海に従事している。

航行海域別の長距離フェリー等の隻数、船型、輸送容量等の就航状況をTable 1に示す。

近畿、九州、四国地方を結ぶ瀬戸内海ルートが旅客定員シェアの43%、航海数シェアの53%を占める。一方、最も大型のフェリーが就航しているのは日本海ルートで、平均船型は1万8千総トン。東日本太平洋ルートがこれについて1万1千総トン、瀬戸内海ルートは1万総トン、西日本太平洋ルートは9千総トンとなっている。

4.2 長距離フェリー等の津波対処能力

東日本大震災発生時に、北海道から関東にいたる

Table 1 Current operation of the long distance ferries in Japan (see Ono, 2013b)

Name of coastal lines	No. of boats	Total G/Ts	Transportation Capacity				Operator	Frequency (Sails /week)
			Passenger	Cars	Truck	Trailer		
North Pacific	11	124,749	6,167	837	1,481	0	3社	73
Japan Sea	8	146,481	6,502	524	1,296	0	1社	56
Setouchi Inland Sea	21	224,472	12,786	1,556	2,752	400	6社	210
West Japan Pacific	11	101,407	4,179	888	1,214	97 (10ftコンテナ)	5社	57
Total	51	597,109	29,634	3,805	6,743	492	15社 (延べ)	396

Source: Ferry/Passenger Ship Guide, Nikkan Kaiji Tsushinssya

北日本太平洋ルートを航行中であった長距離フェリー等がどこにいたか、地震・津波に対してどのような対応をとったかについて、フェリー会社への聞き取り調査をもとに筆者が整理したものをTable 2に示す。

発災時に航行中であった長距離フェリー等は、3社が運航する11隻、いずれも6,500～15,800総トンの大型貨客船であり、この内、苫小牧港に2隻、八戸港、仙台港、大洗港に各1隻が停泊・荷役中であった。苫小牧港に停泊中であった2隻は、地震発生後直ちに荷役作業を中止し、作業員等の下船・避難の後、緊急離岸し沖合に退避した。また、八戸港に停泊していた「べにりあ」も沖合に緊急避難し津波を回避することができた。

Table 2 Operating situation of the long distance ferries at the East Japan Great Earthquake (see Ono, 2013b)

Name	G/T	Operator	Route	Location at the disaster	Action taken
Sunflower Sapporo	13,654	MO Ferry	Oarai～Tomakomai	Mooring at Tomakomai Port	Stop loading at 15:20. Evacuated to the offshore Tomakomai.
Sunflower Furano	13,539	MO Ferry	Oarai～Tomakomai	Mooring at Oarai Port	Evacuated at 15:10, meet 1st tsunami at 15:15, and the largest tsunami at 15:30 offshore Oarai. Moved to offshore Tomakomai.
Sunflower Shiretoko	11,410	MO Ferry	Oarai～Tomakomai	Cruising offshore Sanriku	Waited at offshore Tomakomai.
Sunflower Daisetsu	11,401	MO Ferry	Oarai～Tomakomai	Cruising offshore Sanriku	Waited at offshore Tomakomai.
Kiso	15,795	Taiheiyo Ferry	Sendai～Tomakomai	Mooring at Tomakomai Port	Evacuated at 15:10, moved first to Nagoya Port and finally returned to offshore Tomakomai.
Kitakami	13,937	Taiheiyo Ferry	Sendai～Tomakomai	Mooring at Sendai Port	Evacuated 15:00, met tsunami at 15:56 offshore Sendai and reached to offshore Kinazan at 20:00. Back to Nagoya Port.
Ishikari	14,257	Taiheiyo Ferry	Sendai～Tomakomai	Cruising offshore Fukushima	
Silver Queen	7,005	Kawasaki Kinkai Line	Hachinohe～Tomakomai	Offshore Tomakomai Port	
Silver Princes	10,500	Kawasaki Kinkai Line	Hachinohe～Tomakomai	Cruising to Tomakomai Port	
Bega	6,698	East Japan Ferry	Hachinohe～Tomakomai	Cruising to Hachinohe Port	
Beniria	6,558	East Japan Ferry	Hachinohe～Tomakomai	Mooring at Hachinohe Port	Evacuated to offshore Hachinohe.

Note: Interview survey undertaken by the author

筆者が行った聞き取り調査によると、仙台港に入港中であった太平洋フェリーの「きたかみ」は、発

災後ただちに荷役を停止し陸上作業員をフェリーターミナルへ退避させた後、15時に緊急離岸し金華山沖まで退避。この間、15時56分頃、沖合15km地点で津波に遭遇しこれをのり越えての緊急避難であったと報告されている。



Photo 1 Ferry Kitakami meeting tsunami offshore the port of Sendai-Shiogama.

また、茨城港大洗港区に停泊中であった、「さんふらわあふらの」も15時10分緊急離岸し、15時30分頃までに大洗港区沖合5km地点に退避したが、この間15時15頃第一波（1.8m）に、また16時40分頃には第二波（4.8m）に遭遇したと伝えている。[Photo 1]

「きたかみ」及び「さんふらわあふらの」は、この後苫小牧港に回航するよう指示を受け、いずれも3月12日午前中までに苫小牧港沖で錨泊した。商船三井フェリーの残るフェリーも苫小牧港沖に避難・錨泊し、以降の緊急輸送従事に向け、苫小牧港に多数の大型のフェリーが集結した。

4.3 長距離フェリー等の災害支援緊急輸送

前節で述べたような大津波への対処ぶりから、長距離フェリー等は、津波襲来時に迅速に離岸し、沖合に退避することが可能であることが実証されたとと言える。またフェリーは、岸壁クレーン等が被災しても自力で積荷を揚陸することが可能であることから、今回の大震災においてこの機動性と柔軟性はいかなく発揮されたと評価できよう。

このようなフェリーの構造上、機能上のメリットを活かして、発災翌日の3月12日には緊急輸送第1船として新日本海フェリーの「しらかば」が小樽港から秋田港に向けて、また、翌々日の3月13日には自衛隊貸し切り輸送第1船の商船三井フェリー「さんふらわあさっぽろ」が苫小牧港から青森港に向けて運航された。いずれも、自衛隊の要請を受けて、被災地の救援活動のための支援物資や自衛隊等の人員、車両、建設機械等を北海道から緊急輸送する役割を果たした。

北海道駐留の陸上自衛隊が被災地において緊急展開するため、商船三井フェリー、新日本海フェリー、太平洋フェリーの3社から8隻の大型フェリーが動

員され、最初の6日間でのべ13航海、6千人の要員と2千台の車両、重機等が搬送された。

また、苫小牧東港を19日夜出航した新日本海フェリー「あざれあ」は、秋田港に寄港し関西方面に避難する170人と乗用車81台を積み込んで、21日午前5時過ぎに敦賀港に到着し、被災民の避難の足としての役割を果たした。

これらの長距離フェリー等は、商船三井フェリーの「さんふらわあしれとこ」及び「さんふらわあいせつ」を除くと、何れも14,000G/T～20,000G/T級の大型フェリーで、旅客定員は600人～900人、乗用車やトラック等の車両200～330台を一度に輸送することができる。

発災後4ヶ月の間に10社の長距離フェリー等37隻、5社の短距離フェリー・旅客船11隻が、自衛隊等の要員約60,500人、車両約16,600台を緊急輸送したが、Table 3に示すとおり、緊急災害対応要員、車両とも約9割が長距離フェリーによって輸送された。

Table 3 Emergency Relief operation undertaken by the ferries at the East Japan Great Earthquake

	Long distance ferries		Other ferries		Total (persons/ vehicles)
	Transportation (persons/ vehicles)	Proportion	Transportation (persons/ vehicles)	Proportion	
Personnel	55,200	91.2%	5,300	8.8%	60,500
SDF	42,900	94.3%	2,600	5.7%	45,500
Others	12,300	82.0%	2,700	18.0%	15,000
Vehicles	15,200	91.6%	1,400	8.4%	16,600
SDF	12,100	94.5%	700	5.5%	12,800
Others	3,100	81.6%	700	18.4%	3,800

Note) Performance record until July 11, 2011

Source: Shikoku Regional Transportation Bureau, September 28, 2011

このように東日本大震災に対する初動対応輸送の大きな特徴の一つに、大型フェリーの輸送能力をフルに生かして、短時間のうちに陸上自衛隊等の多量の重車両、機材類を輸送し、被災地での救援活動への集中投入を可能にしたことがあると言える。

また、コンテナ船と異なり、フェリー等が搬送するトラックやシャーシーは自走することができ、仕向け先までの海陸一貫輸送が可能であることから、輸送用車両や燃料が不足する被災地での機動的な救援活動に威力を発揮した。筆者の推計によると、これらフェリーの13航海の平均積載率は、人員で72%、車両で52%に達し、極めて高い輸送効率を示した。

フェリー・旅客船ガイド（2012年秋季号、日刊海事通信社（2012））に基づき筆者が集計したところ、日本の沿海に就航する長距離フェリー等の船型分布はFig. 9の通りとなっている。

最も多い長距離フェリーの船型は、1万～1万5千総トン級でこれに次ぐ隻数を有する長距離フェリーの船型は5千～1万総トン級であるが、これらの中から1万～1万5千総トン級と2万総トン級の船型のフェリーはほぼすべてが緊急輸送活動に従事した。

その一方で、5千総トン未満の中小型フェリーは緊急輸送に使用されず、その輸送特性上、大型船が必要とされたことが窺い知れる。

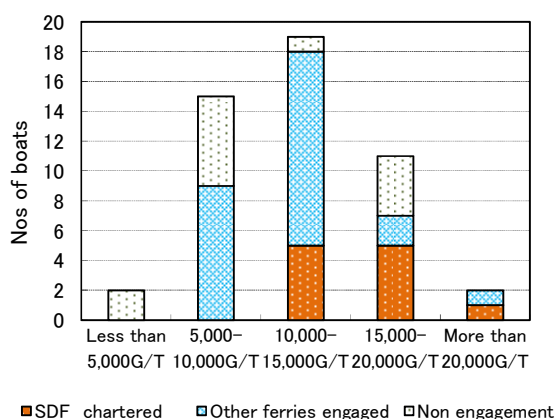


Fig. 9 Ship size of the long distance ferryboats mobilized for ERL operation at the East Japan Great Earthquake

4. 4. 長距離フェリー等航路のレジリエンシー

Fig. 10は、東北地方整備局の調査結果や船会社の開航情報、ヒアリング結果等に基づいて筆者が取りまとめた、震災後の東北太平洋岸諸港におけるフェリー、Ro-Ro船、コンテナ船の定期航路の復旧の状況である。

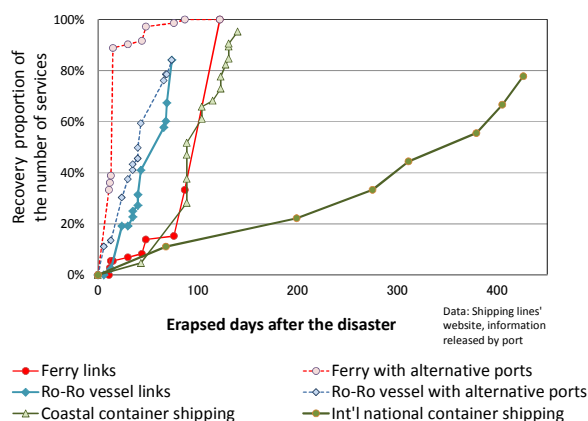


Fig. 10 Resiliency of liner shipping (Performance observed at the East Japan Great Earthquake) (see Ono, 2012)

Fig. 10において縦軸は震災前の運航便数を100%とする便数回復の割合を示す。内貿コンテナ定期航

路が震災前の状態に回復するまでには約5か月（150日）かかり、外貿コンテナ定期船航路は14か月を経過しても概ね80%の水準の便数しか回復できなかった。一方、北海道から関東に至る東日本太平洋側航路を航行する長距離フェリー等航路やRo-Ro定期船航路については、より迅速な復旧を遂げたことがわかる。

特にフェリー航路に注目されたい。図中のフェリー航路は、東日本太平洋沿岸域を航行海域とし東日本大震災時に運航停止した商船三井フェリー社の苫小牧～大洗航路、太平洋フェリー社の苫小牧～仙台～名古屋航路、川崎近海汽船の苫小牧～八戸航路から成る。商船三井フェリーは、茨城港（大洗地区）のフェリーターミナルが被災したため東京港を代替港として、また、八戸港が被災して使えなくなった川崎近海汽船は青森港に寄港地をシフトし、3月下旬には航路を再開しており、図中では点線の回復曲線で示されている。両社のフェリーには青森港や東京港への寄港実績があり、ターミナル用地の確保や入出港支援が得やすいなどの利点があったことが、円滑な代替寄港地の確保を容易にしたと言える。また、仙台塩釜港のフェリーターミナルが津波で被災した太平洋フェリーも、仙台を抜港し、この時期に航路を復活させたが、福島第一原発事故現場の沖合を航行することもあり、定期運航再開の当初は貨物輸送に限定した輸送がなされた。

このように代替港への寄港や被災港湾を抜港することによって、長距離フェリー等は10日～2週間で航路を復活させたが、これは、コンテナガントリーレーンの損壊や液状化によるコンテナヤードの被災が航路復活の隘路となり、発災後3ヵ月が経過した6月により航路の半分を復活させることができた内貿コンテナ定期航路と好対照を成す。

フェリー航路がいち早く復旧できた背景には、トラックやシャーシーなどの自走可能な積荷を本船が具備する可動式ランプによって積み降ろしし埠頭側の荷役機能の制約を最小限度に抑えることができるというフェリーの強みがいかに発揮されたためである。同様の機能を有するRo-Ro船航路も概ね2か月で全航路が復活するなど比較的迅速な回復力を示したと言える。

なお、これらのフェリー航路においても、本来の寄港地港湾への復帰には3～4か月を要した。八戸港や仙台塩釜港では旅客搭乗用のボーディングブリッジや旅客待合室、チケット売り場等のターミナル施設が津波によって破壊され、また、コンピューターなどの事務用品が水につかったことから発券事務などが困難となった。また、茨城港（大洗地区）では津波の引き波によって航路埋没が発生した。これら

の機能の復旧に時間を要したことがフェリー航路の被災港湾への復帰に時間を要した原因とされる。

4.5 経済復興におけるフェリー等の役割

被災地経済の迅速な復旧・復興のためには、被災した製造事業所の操業再開を支えるサプライ・チェーンの復旧が欠かせない。例えば仙台塩釜港では、Ro-Ro船がいち早く自動車輸送を再開し、東北の基幹産業である自動車産業の生産ライン再開を支えた。

また被災地港湾において臨時のフェリー、Ro-Ro船航路が開設されれば、被災したコンテナ埠頭の代替輸送手段としてこれを活用することによって、コンテナ定期船航路の復旧を待つことなく、陸上ルートを迂回するよりも安価なコンテナ輸送ルートを確保することが可能となり、市場への地域企業のいち早い復帰が可能となる。東日本大震災後に東北・北関東地域の企業からフェリー航路の早期復旧が強く望まれた理由がそこにあると言える。

また、上記に加えて、被災地で大量に消費される燃料油等の生活必需エネルギー資源の供給や、被災地における瓦礫処理・都市インフラ再建のための大量の工事用資機材の搬入も、災害の復興を支援していく上で重要な物流機能である。このような面でも大型クレーン車の様な重車両や燃料油を積載したタンクローリーを海陸一貫でシームレスに運搬することができるフェリー・Ro-Ro船は、重要な災害復興支援物流の担い手であると言える。

ここまで述べたような災害対応における長距離フェリー等やRo-Ro船の「強み」は、今後の発生が懸念される南海トラフ巨大地震や首都圏直下地震等の地震災害への備えを考えていく上で戦略上明らかに重要な資源の一つである。上述した災害時緊急物流及び災害復興支援物流の双方の局面において、フェリー・Ro-Ro船は、優れた自己完結性と海陸一貫輸送機能を有する長距離・大量輸送機関として機能を発揮しうるからである。他方、このようなフェリー・Ro-Ro船の「強み」を生かしていくためには、平常時より備えておくべき以下のような課題がある。

(1) 長距離フェリー等の船団と航路の維持

万一の大規模災害時の物流に長距離フェリー等の「強み」を的確に活かしていくためには、地震・津波等災害が予想される地域の周辺海域において、長距離フェリー等の航路と十分な輸送容量を平常時より確保しておくことが重要となる。

東日本大震災時の長距離フェリー等による災害物流も、大半は平常時の定期航路上の輸送を通じて行われており、災害発生時にまったく未経験の海域において緊急輸送活動を行うことには大きな困難が伴うと言われる。このようなことから、現在全国の沿

岸域において運航されている長距離フェリー等の船団と航路を将来にわたっての適切に維持していくことは、大規模地震等の広域的な災害への物流面での備えの一つとして重要なものとなる。

しかしながら、近年の高速道路の通行料金低減や無料化は、並走する長距離フェリー等の海上高速輸送航路の採算性を著しく低下させてきた。特に、南海トラフ巨大地震に代表される西日本の大規模災害への備えと言う観点に立つと、本州と四国、九州を結ぶ高速海上輸送網を形成する瀬戸内海地域のフェリー輸送容量の低下は大きな課題となっている。フェリー航路と高速道路との過度の競合を回避し、総合的でバランスのとれた料金政策を国が展開することや、港湾管理者がフェリーに対する港湾使用料金上のインセンティブを与えていくことが強く求められていると言える。

(2) 港湾施設の耐震性の確保

港湾施設は、いったん地震等の災害によって破壊されると、その復旧のための土木工事に半年から1年以上といった長期にわたる時間と多大な費用を要する。従って、地域の防災拠点となるフェリーターミナルやRo-Ro船ターミナルの岸壁等の重要施設については、あらかじめ適切な耐震性を確保しておくことによって、復旧に要する時間と費用を低減することが重要となる。

国土交通省では、昭和58年に発生した日本海中部地震による秋田港の壊滅的な被害を契機として、

- a) 港湾背後地域が一定規模の人口を有する港湾、
- b) 地形要因により緊急物資の輸送等を海上輸送に依存せざるを得ない背後地域を有する港湾、
- c) 離島航路が就航しており震災時にも離島航路の維持が必要な港湾、

において、通常の埠頭に比べて地震の揺れや液状化に対する耐性が高い「耐震強化岸壁」の整備を進めてきた。「耐震強化岸壁緊急整備プログラム」の下で、平成23年4月末までの間に全国に336バースの耐震強化岸壁が計画され、その内の約三分の二が完成または整備中となっている。

これらの耐震強化岸壁は、大規模な地震が発生した際に、被災直後にあっては緊急物資の輸送や避難者の海上搬送の拠点となり、また被災地の復興期にあっては地域の物流網が復旧するまでの間の代替輸送拠点としての役割を担うものである。しかしながら耐震強化岸壁は、平常時には一般貨物船向けの公共埠頭として供用されることを前提として整備されるため、バース水深や延長等の施設の規格が一般貨物船仕様となっており、大型のフェリーが安全に着岸するためにはバースの延長や航路の幅、回頭泊地の広さが不足する場合が多い。また、フェリー向け

の防舷材や係船柱の配置なども一般の貨物船埠頭では一般的には確保されていない他、埠頭上に大量に置かれたままの貨物も緊急時にフェリーからのトラック等揚陸を困難にする。

このようなことから東日本大震災の災害時緊急物流で主力となった長距離フェリー等が安全に着岸するように、フェリーの着岸にも対応可能な長いバース延長や広い航路・泊地と十分な面積を有する埠頭の確保が求められていると言える。

Fig. 11に、筆者が整理した全国の耐震強化岸壁の水深及び岸壁延長の分布を示す。

1万総トン以上の大型フェリー用バースとして国が定める港湾の施設の技術上の基準は、バース水深-7.5メートル以上、岸壁延長は220メートル以上を求めている。従って、図中の点線で囲った範囲の耐震強化岸壁のみが航路・泊地の水深や広さの面で1万総トン以上の大型フェリー用バースとしての規格を満たすことになる。実際はさらに、防舷材の大きさ・強度や係船柱の位置・強度、可動橋の有無などの様々な要素を勘案する必要があるため、災害時に長距離フェリー等が安全に接岸できるバースはさらに限られてくる。

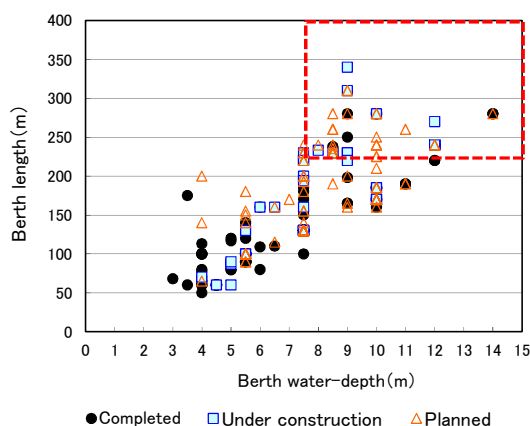


Fig. 11 Berth specifications of high earthquake resistance berths in Japan (Ono (2013b))

また、Fig. 11の大型フェリー対応可能バースの内訳を筆者が整理したものをFig. 12に示す。

上述したとおり、喫水に比べて船長の長いフェリーが安全に係留することが可能な耐震強化岸壁は限られており、1万総トン以上の大型フェリーの場合、整備途上のものも含めて全国に40バース、1万4千総トンの「フェリー・さんふらわあ」級の場合は、10バース減少して30バースとなる。

太平洋フェリーの「いしかり」や新日本海フェリーの「しらかば」級である1万5千総トン以上の大型フェリーとなると技術基準も適合可能な耐震バースは全国に9バースのみとなる。

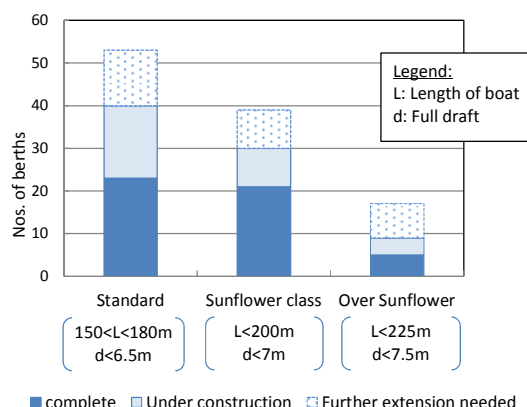


Fig. 12 High earthquake resistance berths for accommodating mega-ferries (Ono (2013b))

なお、個々のバースではフェリーが着岸する岸壁延長としては十分ではないものの、2~3連続のバースとして耐震強化が図られていることから、これらを勘案すると必要に応じて航路・泊地の拡張を行えば大型フェリーへの対応が可能となる港湾もあり、図中ではこれらを「要改良」と記した。例えば、1万5千総トン以上のフェリーについては、必応に応じて航路・泊地の拡張を行えば更に8カ所が耐震強化岸壁として使用可能となる。

このように早期の復旧が可能な耐震バースは、長距離フェリー等の活動拠点として重要であるが、前述の通り元来が一般貨物船を対象として計画、設計されていることから、災害時に長距離フェリー等の安全な離着岸を確保するため、今後、これらのバースについて岸壁延長や水域の広さ等の諸元の吟味・検討を進めていく必要がある。

また、仙台塩釜港（仙台港）のような水域の狭隘な港湾では、回頭を要する出港時には操船性に優れたフェリーであっても通常タグボートの支援を要請しているが、避難船で航路が混雑する一方でタグボートの協力が期待し難い津波襲来時には、埠頭からの離棧、回頭、沖合避難に大きな困難が伴う。このようなことから、地震、津波時の船舶の避難を考慮した水域施設の計画が重要な今後の検討事項となろう。いずれにしても現存する全国の緊急物資用耐震バースの内、現在就航している長距離フェリー等が安全に接岸できる水深と延長を有するバースは約2割にとどまり、長距離フェリー等対応の耐震強化岸壁の不足は、災害時物流におけるフェリーの活用を図っていくうえでの隘路の一つであることは明白である。地域の震災リスクの評価にあわせた長距離フェリー等向け耐震強化岸壁のバランスのとれた全国配置と整備実施上の優先順位の検討が喫緊の課題となっていると言えよう。

なお、このような耐震強化岸壁を単独で改良、補強することは、フェリー会社や地元自治体には財政負担が重過ぎる。また長距離フェリー向けのターミナルの場合、その整備、運営は専らフェリー埠頭公社の手に委ねられているため、採算性の観点から耐震化等の改修がなかなか進まない傾向がある。フェリー公社を支援するために創設された国と地方自治体の無利子貸付金制度の更なる拡充強化などの制度的枠組みの整備が求められると言える。

(3) 長距離フェリー等動員のための枠組の整備

東日本大震災は、フェリー会社にとっても様々な教訓と経験を残した。津波襲来時の避難行動等に関しては、阪神淡路大震災の教訓や平成22年のチリ地震津波の経験が生きて、あらかじめ用意された安全管理規定に基づく的確な判断が各フェリーで可能であったと評価できるが、津波情報の的確な入手経路や陸側とのコミュニケーションなどに関しては、衛星電話等の通信手段の不足や混線、トランシーバーの互換性の不足等から必ずしも効率的に行われなかったと報告されている。特に、港湾官署や港湾荷役会社、フェリー会社においても社内関係部局との意思疎通などが困難であったとの事例が明らかとなっている。

また、自衛隊等の緊急輸送やフェリーターミナル被災に伴う代替港への入港に際しては、災害直後の混乱期における海図の確保や航路申請手続き、代替港における用地、上屋、電源等の確保等に伴う困難が指摘され、今後、フェリー会社のみにとどまらず、国、自治体等関係者が一丸となって取り組むべき課題が明らかとなったと考えられる。

今後、大型フェリーの災害時の活動に向けた事前準備促進のため、フェリー会社と地方自治体があらかじめ締結した災害発生時の救援活動に関する協定の下で、フェリー会社が災害時の救援・緊急輸送に資する災害対応用設備・機器(サイドランプウェイ、電子チャート、被災者用設備等)を設置した場合に、自治体がフェリー会社の設備・機器の一部を取得したり、港湾施設使用料の減免や、検査費用の支援等を行うことは現下の重要課題として検討されてしかるべきであろう。また国もこれらに要するフェリー会社の費用の一部を補助することは災害時対応に民間事業者を積極的に巻き込んでいくうえで鍵となる施策となろう。このような災害発生時におけるフェリー等運航会社の救援活動の義務化と国等の支援制度の下で、災害時の救援活動に向けた船舶の運用方法をあらかじめ取り決めたり、定期的に運用訓練を実施することが促進されれば、長距離フェリー等の船団の確保や耐震パースの整備等のハードの施策とあいまって、大規模広域災害に備えた今後の災害時

物流システムの構築に向けて、大きな第一歩となるものと期待される。

5. まとめ

本稿では、まず東日本大震災における港湾の復旧過程とその特徴について述べ、他の輸送部門と異なる官民にまたがる重層的な港湾部門の構造と災害からの復旧にあたってのその考慮の在り方について論じた。すなわち、国や港湾管理者等の公的部門が資金と労力を傾注する港湾の基本施設の復旧に加えて、船社や港湾運送事業者の経営に係る荷役機械などの埠頭機能施設の円滑な復旧が震災後の港湾物流の回復を左右すること、また、港湾への商船等の寄港についても、荷主企業の操業再開等の輸送需要の復活との連動が不可避であり、港湾機能の復旧と港湾利用の間には一定のタイムラグが存在すること等が明らかとなった。

第3章ではこのような被災した港湾機能の復旧と海運サービス回復の相互関係について分析を行い、暫定供用された公共バース数と入港船舶数を指標として、バースウィンドウの利用効率性の観点から各港の港湾機能復旧の効率性を評価した。その結果、地域のエネルギー・穀物資源輸入拠点である八戸港及び小名浜港においては港湾機能の復旧が直ちに船舶の寄港にむすびついていることが判明した。また、東北地方の流通拠点港湾として不可欠な仙台塩釜港については、港湾機能の復旧後、船舶寄港までの間にタイムラグがみとめられ、コンテナ貨物の取り扱いに不可欠なガントリークレーンの復旧に時間を要したことが船舶の寄港利用の本格化の時間遅れを生じた一因であることが示唆された。また、石巻港等の産業港湾においては、特に臨海部企業が津波によって大きな被害を受け、操業再開までに時間を要したことやこれに伴う市場シェア喪失、生産体制見直しなどによって港湾貨物量が減少したため、寄港船舶数の復活も遅れていることが判明した。

また第4章では、港湾の基本施設の復旧に比べてその後追いとなる傾向を有する埠頭機能施設の復旧が港湾全体の機能回復の隘路となることに鑑み、これらの陸側施設の支援を必ずしも必要としないフェリーやRo-Ro貨物船の強みを明らかにするとともに、災害時におけるその戦略的な活用方策として、常時からのフェリー等船団と航路の保全やフェリー等が安全に停泊できる耐震強化岸壁の確保をあげた。

本稿で述べた復旧港湾の利用度に関する指標や災害時物流の担い手としてのフェリー等の特性は、東日本大震災のような巨大災害によって広域にわたって被災した港湾のより効率的で効果的な復旧にあた

って重要な示唆を与えるものと期待される。また、被災地の企業が操業を再開した際の物流にいち早く対応するためのフェリー等やRo-Ro船によって担われたことに注目し、災害からの復旧・復興過程において長距離・大量輸送の機能を担うフェリー等の強みについての評価を試みるとともに、今後発生が危惧される南海トラフの巨大地震などの広域災害時における長距離フェリー等の戦略的な活用の方策さらに詳細な情報の収集が望まれる。

謝 辞

本稿は、京都大学防災研究所に平成24年6月1日に設置された共同研究部門港湾物流BCP研究分野の第一年目の研究活動において作成された論文、論考、発表資料に若干の記述を追加し編集・修正したものである。本稿の作成にあたっては、製造事業者等の操業に対する東日本大震災のインパクト計測を目的として国土交通省東北地方整備局及び近畿地方整備局等が実施した調査データを活用させていただいた。また、震災時のフェリー等の活動に関する情報は、日本長距離フェリー協会及び傘下のフェリー会社並びにその他の船社のご協力の下で収集させていただいた。その他にも国の機関等の様々な団体からご支援を頂いた。ここにご協力いただいた皆様方に心から感謝する次第である。

参考文献

赤倉康寛・小野憲司・岡村京子・福元正武（2013）：大規模災害後の外貿コンテナ貨物量の需要復旧曲線の定量化，沿岸域学会誌，Vol.26，No.1.

小野憲司・赤倉康寛・福元正武（2013a）：東日本大震災における海運・港湾部門のレジリエンスに関する研究，第26回日本沿岸域学会研究討論会概要，平成25年7月（予定）

小野憲司（2013a）：物流インフラに対する東日本大震災のインパクトと海運・港湾部門のレジリエンス，土木学会重点課題シンポジウム発表概要，平成25年3月29日

小野憲司（2013b）：災害時物流の担い手としてのフェリー，Ro-Ro船の役割と課題，会誌「船長」，第130号，pp.8-22，平成25年3月

小野憲司・赤倉康寛（2013b）：東日本大震災における港湾物流へのインパクトと海運・港湾部門のレジリエンス機能，平成24年度京都大学防災研究所研究発表講演会D20，平成25年2月

経済産業省（2011）：東日本大震災後の産業実態緊急調査，平成23年4月26日

経済産業省東北経済産業局（2012）：東日本大震災からの復旧・復興の現状と東北経済産業局の取組，平成24年4月19日

日刊海事通信社（2012）：2012年秋季号フェリー・旅客船ガイド

Ono, K (2012): An impact of the east Japan great earthquake on the local and global logistics", International Seminar on Humanitarian Logistics and Emergency Management, Kyoto University, Nov. 6, 2012

Ono, K. and Kanda, M. (2012): Impact of 2011 east Japan great earthquake and tsunami on the local logistics, The 4th International Conference on Transport and Logistics, Busan, Aug., 2012

（論文受理日：2013年6月7日）