

大規模災害に備えた広域的で効果的、効率的な 災害時物流の実現に向けた 今後の政策展開の在り方

小野 憲司

正会員 教授 京都大学防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)
E-mail:ono.kenji.5z@kyoto-u.ac.jp

首都直下地震や南海トラフの巨大地震等の巨大災害の発生が危惧される中、陸上ルートが途絶した場合にあっても、被災地域への捜索・救助要員・資機材の輸送や被災者の生命、健康維持のための支援物資の供給、高齢者・疾病者の被災地外への避難搬送等の緊急支援輸送（ERL）を効率的、効果的に行うとともに、被災者の生活再建に向けて、地域経済を支えるサプライチェーンを速やかに復旧させるための交通、物流政策の枠組み強化が喫緊の課題となっている。

このようなことを踏まえ本稿では、災害直後にあっても大規模で自由度が高いドア・トゥ・ドア輸送が可能なフェリー、Ro-Ro貨物船等を活用した海陸一貫輸送の利点に着目し、海上輸送を活用したより効率的、効果的なERLシステムの構築や地域物流のレジリエンシー向上策について、現下の課題と今後の政策展開の方向性を論じる。

Key Words : *emergency relief logistics, business continuity management, water and land surface seamless transportation*

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、自衛隊、警察、消防を主力とする捜索・救助部隊が被災地に展開した。派遣された自衛隊の部隊の規模は、ピーク時、陸上、海上、航空自衛隊の総数で、人員約10万7,000名、航空機541機、艦艇59隻に達したが、発災10時間後の12日午前1時時点で約8,400名、発災翌日の12日には約2万名が展開し、13日約5万名、18日約10万名の速さで動員がなされた¹⁾。また、被災者は避難所に収容された被災者のみでもピーク時で47万人に達し、発災後40日間で政府及び自衛隊分だけでも3万7,000トンの水と1,300万食の食糧が提供された²⁾。

一方、今後発生が危惧される南海トラフ巨大地震や首都直下型地震においては東日本大震災をはるかに超える被災者が発生するものと予想されている。内閣府によると南海トラフ巨大地震発生時の死者数は20万9千人～32万3千人に達する恐れがあり、330万人～600万人の避難者と京阪神都市圏で660万人、中京都市圏で400

万人の帰宅困難者が発生すると予測されている。また、首都直下型地震によっても首都圏全体で2万3千人の死者数と800万人避難者、720万人の帰宅困難者が発生する可能性がある³⁾⁴⁾。このような膨大な数の被害者の捜索・救助に向かう自衛隊や消防、警察等の救助隊の人員、資器材や提供しなければならない緊急支援物資の量も膨大なものとなり、いかにして迅速にこれらのヒト、モノを被災地に送り届けるかが喫緊の課題となっている。

本稿では、まず、災害時における様々な物流活動を俯瞰し、東日本大震災時における災害時物流の概要について述べる。次に、緊急支援物流（Emergency Relief Logistics, ERL）に焦点をあてつつ、災害時の物流の特徴と現下の課題を明らかにする。また、これらの災害時物流を円滑に実施する手立てとしての海上輸送の可能性について論じ、海陸輸送の結節点となる港湾における機能継続マネジメント等の課題とその対処の方向性を明らかにする。

2. 災害時の物流課題

(1)災害時物流とは

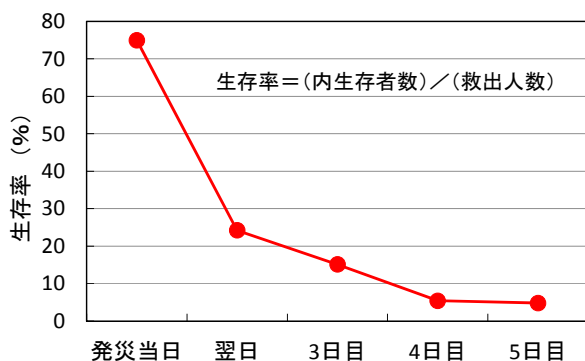
災害時の物流は、被災者の捜索・救助や緊急支援物資提供のための緊急救援物流（Emergency Relief Logistics: ERL）と地域の経済社会の復興促進のための物流に大別できる。（表-1）

災害時にあってはまず被災者の捜索・救助のため、自衛隊、警察、消防等の救援部隊の要員・機材の被災地への速やかな展開が最も重視される。また、救助、保護された被災者の生命、健康維持のために食糧、水をはじめとする様々な救援物資を届ける必要がある。

表-1 災害時の物流とその課題

物流機能	視点と役割	課題
緊急救援物流 (Emergency Relief Logistics : ERL)	被災者の捜索・救助 ✓ 自衛隊、警察、消防等の救援要員・機材の展開支援	<ul style="list-style-type: none"> ラスト・マイル問題の解決 地域コミュニティの孤立回避 交通手段・燃料の確保 緊急救援物流における大量輸送
	被災者の救援 ✓ 救援物資の輸送・配達 ✓ 保険・医療・福利厚生活動の展開支援 ✓ 避難民の保護、輸送 等	
経済社会の復興・復興のための物流 (Logistics for facilitating socio-economic reconstruction)	市場経済への復旧 ✓ 地域経済活動を支えるサプライチェーンの早期復旧 ✓ 地域産業、流通等の復興 ✓ 地域雇用の確保 ✓ 被災者の自立、生活再建	<ul style="list-style-type: none"> 交通基盤インフラの早期復旧 商業交通の早期復活 サプライチェーンのためのBCPの準備

上記のERLの実施は時間との競争である。がれきの下敷きになる等の被災で負傷した人々の捜索、救援活動は72時間以内に実施することが一つの目安（「72時間の壁」又は「黄金の72時間」などと呼ばれる）とされ、それ以上の時間が経過すると致死率が急激に上昇すると言われている。（図-1参照）しかしながら72時間以降であっても依然として生還者が存在し、捜索・救助部隊の被災地への迅速な展開の重要性は続く。



データ：神戸防災技術者の会(K-TEC)作成資料

図-1 阪神淡路大震災時の救出者の生存率

一方で、被災者に対する水、食糧等の支援も緊急に

実施されなければならない。地方自治体の地域防災計画では通常3日分の水、食糧、生活必需品の備蓄を目標としているが、国の中央防災会議では南海トラフ巨大地震への備えとして、発災時におけるERLの困難性に鑑み、5日間の備蓄を推奨している。また大量の帰宅困難者が発生する大都市部においては公的な備蓄ではこれらを達成することが困難であることが明らかとなってきている。たとえば東京都では、首都直下地震に備えて、都及び市区町村が自ら2日程度の災害時備蓄の準備が進められてきたが、東日本大震災時の大量の帰宅困難者発生を受けて、近年では家庭内備蓄や企業備蓄への依存をより強めている⁷⁾。首都直下地震が発生すると発災初日の避難者300万人に加えて帰宅困難者が640万人~800万人発生し、瞬時にして、これら約1千万人の被災者に対する膨大な量の緊急物資の提供が必要となると想定されるためである⁸⁾。（表-2及び表-3参照）

表-2 首都直下地震の被害予想（最悪シナリオ）

地震の規模	M _g = マグニチュード : 7.3
被災の範囲	首都圏（1都3県）
死者数	16,000~23,000人
負傷者数	112,000~123,000人
建物被害に伴う要救助者	72,000人
帰宅困難者	6,400,000~8,000,000人
避難者	初日：3,000,000人（避難所：1,800,000人） 2週間目：7,200,000人（避難所：2,900,000人）
倒壊家屋	610,000（焼失412,000戸）

表-3 政府の緊急支援物資輸送計画

(4~7日の供給量(水は1~7日))

支援物資	合計
飲料水	220,000トン
食糧	53,000,000食
脱脂粉乳	20,000kg
毛布	340,000枚
紙おむつ	4,160,000枚
簡易トイレ	31,500,000回分

データ：中央防災会議資料

一方、東京都が東日本大震災以前の2002年に実施した都民調査では、災害に備えて何らかの備蓄を行っている家庭は32%であったが、2015年の調査では家庭内備蓄の量が、飲料水で65.2%、携帯ラジオ、懐中電灯等は54%、食糧については49.5%に上昇した^{7) 9)}。しかしながらこれらの都民の自助意識の上昇を勘案しても、上記表-3に示されるような帰宅困難者を中心とする大量の救援物資需要に的確に対応することには大きな困難が伴うものと考えられる。

他方、地域の経済社会の復興促進のための物流においては、港湾や道路と言った個々の輸送インフラの復旧を急ぐのみでは十分ではなく、これらインフラを用いる地域の産業や流通業のサプライチェーンを的確に復旧することが求められる。図-2は、東日本大震災後の地域の製造業及び海運輸送の再開と港湾の機能回復過程を時系列で表現したものである。図中、地域産業の復旧動向は東北経済産業局が実施した聞き取り調査¹⁰⁾から、港湾の航路等啓開（浮遊物や海底沈下物の撤去）と八戸港、仙台塩釜港の機能復旧曲線は東北地方整備局が実施した港湾の航路、泊地等における啓開作業及び公共ふ頭の復旧工事記録に基づき、また外・内貿コンテナ航路とフェリー、Ro-Ro貨物船航路の再開時期は港湾管理者や船社のウェブサイト、新聞等の公表情報に基づき筆者が推定したものである。

港湾の啓開が進むとすぐさまフェリー、Ro-Ro貨物船の運航が再開され、地域産業の操業再開に合わせて港湾の公共ふ頭の応急復旧、供用開始も進んだが、航路泊地や岸壁等の港湾の基本施設に加えてクレーン等の荷役施設の機能復旧が不可欠なコンテナ定期船航路の再開が遅れ、地域経済の復興に影響を及ぼした可能性がわかる。

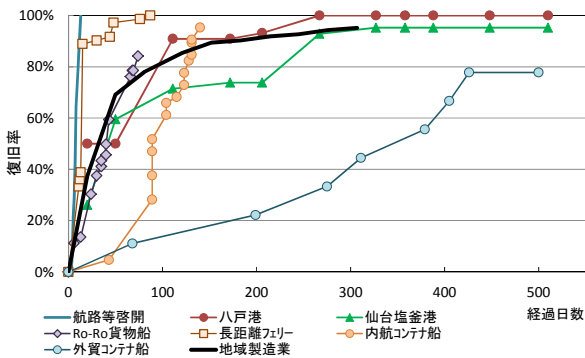


図-2 地域産業・海運・港湾の機能回復曲線

上記のような地域経済を支える物流機能の復旧は、地域の雇用の確保を通じた被災者等の生活の再建に欠かせない。林（2011）は激甚災害からの経済復興の重要な要素として①自力復興、②市場の活用、③インセンティブ政策、を挙げこれらを経済復興の三原則と呼んだ¹¹⁾。すなわち救援物資やボランティアによって支えられる被災者の贈与経済を市場経済の転換することが出来て初めて被災地の自力復興が可能となるわけで、そのための平時の比率を超えた国の関与と全国市場の活用が不可欠と言う議論である。このような視点に立つと、全国市場や世界市場と地域を結ぶサプライチェーンの重要性が見え、それらを支える交通、物流機能の復旧の迅速な意義が明らかとなる。

(2)災害支援の特徴とERLの課題

災害支援という言葉は、しばしば飲料水、おにぎり、カップ麺等の簡易食、毛布、衣類等の提供と言うイメージが先行するが、前節で述べたように、被災者の捜索、救命にあたる自衛隊、消防、警察等の救援部隊の迅速な被災地への展開とその活動の支援がまず求められることを我々は東日本大震災で目のあたりにした。このような災害時の捜索・救助活動は、発災後の72時間を一つの目途として展開されるが、捜索・救助の継続に加えて負傷者の治療と移送、遺体の収容、高齢者や疾病者の保護等「黄金の72時間」を超えて行わなければならない救援活動は際限なく存在し、避難者の健康と人としての尊厳を確保するための広義のERL（Health and Humanitarian Logistics）を的確かつ効果的に展開していくことが重要である。

図-3に野村総合研究所（野村総研）が作成した東日本大震災での物資ニーズ変化の概要図を引用し示す¹²⁾。図では、発災後の時間の経過とともに、ライフラインや生活インフラの復旧が進み、それらに従って食糧、衣類等の需要が変化してゆくさまが示されている。

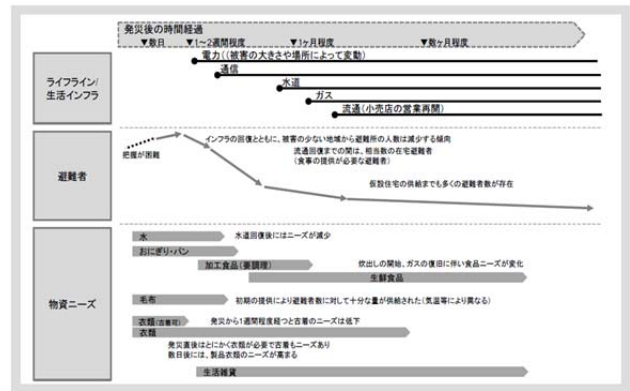


図-3 東日本大震災での物資ニーズ変化の概要

被災直後の被災者は、まず生命の安全が確保されると、水、おにぎり・パン、毛布などの生命維持に必要な基本的な物資を求める。寒さをしのぐために衣類が必要な場合は古着の着用もいとわない。しかしながら1週間程度の時間が経過し電力等の供給が始まると食品類への需要は調理可能な加工食品へと移り、中古の衣類には目が向けられなくなる。水道やガスの復旧とともに食品ニーズも多様化し、生鮮食品や嗜好品のニーズが発生する。東日本大震災後の支援物資ニーズを調査した野村総研の報告書¹²⁾によると、おにぎりやパンなど、日持ちのしない主食類は4月以降も安定した供給が必要であった一方で、3月末にかけて、食品・飲料の品目数が増加したとされている。一方で台所・食器、電化製品、生活用品については、3月末にかけて様々な品目の供給が要請されたが、避難所生活が安定してくる

に従って要望品目数が減少する傾向となっている。

図-4は東日本大震災時に国が行った緊急支援食糧品の品目別日別輸送量を百分率で示したものである。期間を通じてパン類の供給が続く一方で、初期に多かったおにぎりやレトルトパックの米飯類の供給が減少し、しだいに缶詰類が増加していったことが分かる。

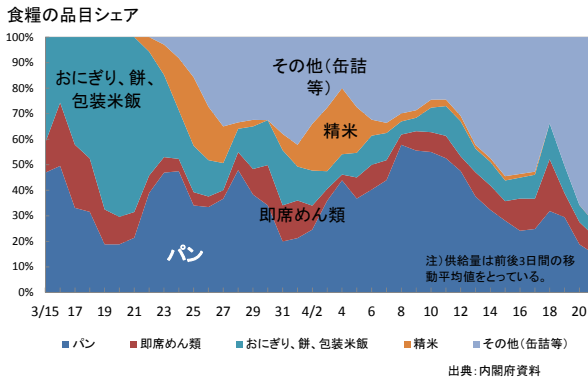


図-4 国調達の緊急支援用食糧の品目別時間的推移

この他にも毛布や仮設トイレの調達は3月20日までに集中するなど、被災地における支援物資の供給内容は時間の経過とともに変化してゆくことが明らかである。

上記のような、いわば時々刻々と変化する緊急救援物流の需要に的確に対応することは容易ではない。災害時物流の初期における支援物資輸送では、被災者の生命と健康維持に必要な最低限度の物資を迅速に提供することが眼目であるため、定型的な品目の支援物資を被災者の頭数に応じて送り込む、「プッシュ型」の物流が効果的とされるが、時間経過とともに支援物資需要が多様化すると、被災地からの要請に応じた「プル型」の物流が必要となり、両者の境界域において物流の混乱が生じやすい。

東日本大震災時においても救援物資の供給の遅れやのミスマッチが数多く報告され、特に需要の伝達と物資の到達のタイムラグ（時間遅れ）による支援物資の需給ギャップの発生や、支援者に情報が届きにくい小規模な避難所や在宅避難者に十分な支援物資が供給されにくい事態（ラスト・マイル問題）が指摘されている。また同様の課題は、本年4月に発生した「熊本地震」においても報告されている。

このような課題を改善するためには、国や地方自治体等の公的機関がロジスティクス専門業者の協力を得て、システムティックなERL体制を速やかに構築できるよう平時からの枠組み整備を行っておく必要があるが、その前提として、被災地域外から被災地内の集積拠点に、各々の時点で必要とされる大量の支援物資を迅速かつ的確に運び込むためのシステム整備の重要性も忘れ去られてはならない。

3. ERLと海上輸送

前章で述べたような災害時の物流に対して、東日本大震災時には様々な形で海上輸送が貢献した。ここでは、フェリーを活用した自衛隊等の捜索・救助部隊の被災地展開及び船による緊急支援物資輸送について東日本大震災時の事例を述べ、これらの災害時の海上輸送による緊急救援物流（ERL）の利点と課題について考察する。

(1)海上ルートからの捜索・救助部隊の被災地展開

東日本大震災時の海上ルートによるERLにおいて最も大きな役割を果たしたと考えられるのは長距離フェリーであることが既往の研究において報告されている。（例えば、小野2012¹³等）

フェリーは、津波襲来時に迅速に離棧し、沖合に退避することができる高い操船能力を有し、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、東日本大震災においてはこの機動性と柔軟性をいかんなく発揮したと評価されている。

東日本大震災の発災翌日の3月12日には新日本海フェリーの「しらかば」が緊急輸送第1船として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出港した。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緊急展開するため使用されたこれら大型フェリーは、商船三井フェリー、新日本海フェリー、太平洋フェリーの所有船が中心となった。発災後の6日間にはこの3社のフェリー8隻がのべ13航海を行い、6千人の要員と2千台の車両、重機等を東北地方に向けて搬送した。

また、苫小牧東港を3月19日夜に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。

これらのフェリーは、何れも概ね10,000G/Tを超える大型の長距離フェリーで、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能力を有し、重装備の自衛隊等の捜索・救助部隊を丸ごと被災地近傍の港湾まで移送するのに適している。

東日本大震災の発災後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、表-4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。

表-4 フェリーによる緊急救援輸送実績

区 分	長距離F		短距離F		総輸送量 (人・台)
	輸送量 (人・台)	シェア	輸送量 (人・台)	シェア	
人員	55,200	91.2%	5,300	8.8%	60,500
自衛隊員	42,900	94.3%	2,600	5.7%	45,500
その他	12,300	82.0%	2,700	18.0%	15,000
車両	15,200	91.6%	1,400	8.4%	16,600
自衛隊	12,100	94.5%	700	5.5%	12,800
その他	3,100	81.6%	700	18.4%	3,800

注)平成23年7月11日までの輸送実績

データ：四国の港湾における地震・津波対策検討会議資料，2011年9月28日

(2) 東日本大震災における緊急支援物資の輸送実態

東日本大震災の被災民向け緊急支援としては、政府や全国知事会、その他の様々な団体から食料、水等の物資が被災地に輸送されたが、食料の72%、飲料水の52%は陸路をトラック輸送、残りの太宗は鉄道によって運ばれた¹⁴⁾。(表-5参照)

表-5 緊急支援物資のモード別輸送実績 (東日本大震災)¹⁴⁾

	トラック	鉄道 (5トン以下)	海運	航空
食糧	1,897.7万食	118個	0	0
飲料水	4,60.2万本	114個		
毛布	45.8万枚	33個		
燃料油		17.8万kl	723.3万kl	
原油			13.7万kl	
LPG等			3.9万トン	
その他		117個		252トン
使用車両数、 隻数、便数等	1,927台	232本	2,277隻	663便

注)食糧には自衛隊の炊き出しを含む。また飲料水は500mlペットボトル換算。

一方で海運には主に石油連盟等による燃料油、原油、LPG等の代替輸送が要請された¹⁵⁾。

タンカーによる燃料油等の緊急輸送はまず日本海港湾を経由ルートで実施された。日本海側の酒田港、秋田港、青森港において揚陸された燃料油等は、タンクローリー(20kl/台)によって被災地まで陸送された。内航タンカーのべ862隻によって輸送された燃料油は約319万8,000kl、原油7万8,000kl、LPG等約3万9,000トンにのぼる。また、被災した太平洋側の港湾における航路等の啓開が進むと3月21日に仙台塩釜港、3月23日八戸港、3月25日鹿島港、3月29日に日立港及び小名浜港にタンカーが入港し9月11日までに燃料油約403万5,000kl、原油59,000kl、プロパン等約8,600トンが輸送された¹⁴⁾。

また発災後、航路、泊地が緊急啓開された港湾には、国土交通省や海上保安庁、海上自衛隊の艦艇が被災地支援のために入港した。国土交通省が保有する大型浚

渫・油回収船3隻は3月12日から26日にかけて久慈港、宮古港、釜石港、大船渡港、石巻港、仙台塩釜港、相馬港、小名浜港に入港し、被災した自治体に対して飲料水、救援物資、燃料油の補給を行った¹⁶⁾。海上保安庁は3月12日から4月15日の間に関係自治体からの要請に基づき巡視艇等により米約1.3トン、飲料水・茶等飲料約90トン、軽油約40klその他毛布・食料・日用品等を運搬した他、3月13日から28日の間、離島住民及びその支援の従事した自衛官や消防士等のべ319名を輸送した¹⁷⁾。

さらに米軍からは海兵隊の揚陸艦エセックス等により食料約246トン、水約8,131トン、燃料等120トンが提供された他、揚陸艦トゥートウガは北海道の陸自隊員約240名及び車両100両を被災地に輸送した¹⁸⁾。

上記のように、発災直後の被災地への緊急支援の初動は、国のイニシアティブの下に道路網の被災等の輸送経路の制約が少ない海路を利用して実施され、沿岸域の地方自治体等へのいち早い支援物資の供給と地域住民の安心をもたらした。

(3) 海上輸送の利点

一般に船舶による輸送には、大量性、遠距離性、コストの安さが期待される。前章でも述べたように東日本大震災のような大規模災害が発生すると、広範囲な地域において多くの市民が被災者となり、被災者の捜索・救助や保護のために大量の人員、資器材、物資の迅速な輸送が必要となることから、一括大量輸送が重要である自衛隊等の捜索・救助部隊や燃料油等のバルク貨物、更には瓦礫等の搬出等の分野においても、今後、海上輸送に大きな期待がかかることが予想される。

東日本大震災では、特にフェリー等のRo-Ro船の強みに注目が集まった。通常、フェリーは船首と船尾に複数のスラスター(補助推進器)を装備しており、一般貨物船よりはるかに高い操船性を有するため、狭い港内においても津波来襲時に速やかに回頭、離棧することが可能である他、その頑強な船体は津波に対する優れた耐波性を有し、津波に遭遇しても安全に沖合に避難することができる可能性が高い。実際、東日本大震災時に大津波に遭遇しながらも失われた長距離フェリーは皆無であった。また、これらのRo-Ro船は、貨物をトラックやシャーシに乗せて積載するため、自走による荷役が可能であり、岸壁クレーンの支援がなくとも積み荷を降ろすことが出来る。寄港地港湾が被災した場合にあっては、代替港への寄港、迂回輸送も可能であり、また被災港湾における航路等の啓開や港湾施設の応急復旧がすみ次第、速やかに元の航路の運航を再開できる。またフェリーが積載するトラックやシャーシなどは港湾における揚陸後、そのまま仕向け先ま

で走行するためドア・ツー・ドアでの海陸一貫輸送が可能である。例えば小野ら（2015）は、フェリーを用いた海上輸送数値モデルを用いて、北部九州と高知県を結ぶ6隻の大型フェリーによる緊急援助物資輸送ルートを開設した場合の輸送シミュレーションを行い、1日平均1,700トンの救援資機材、支援物資等を現地の防災拠点まで送り届けると同時に10日間で1万3,600人の捜索・救援要員の被災地展開が可能であることを示した¹⁹⁾。

なお、フェリーによる海上運搬途上ではトラック運転手は休息をとることが出来、搭載したガソリンも消費されない。このような強みを生かしてフェリーは、人命の救助と保護に特に重要な初動時における捜索・救援部隊の要員と車両、重機類を一括海上輸送し、被災地への緊急投入を可能とする。

また、被災地経済の迅速な復興には、被災した製造業等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。東日本大震災の1ヶ月後の4月8日には仙台塩釜港に震災後初のRo-Ro船が入港し、4月16日より完成車の出荷を開始、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。また仙台塩釜港のフェリー航路は、4月11日に暫定運航を開始し震災で失われた物流網の一端を補い、地域企業の市場へのいち早い復帰を支援した。

上記のように海上輸送は、発災直後の捜索・救助部隊の被災地への展開から、大量に消費される燃料油等の生活必需品の供給、被災地の都市インフラの再建や瓦礫の処理のための大量の工事用資機材の搬入と災害廃棄物の処分等の復興をすすめていく上で不可欠な物流機能の一端を担うものであるといえる。特にフェリー等のRo-Ro定期船航路の早期の機能回復は、機動的な海陸一貫輸送による効率的、効果的なERLの展開を可能とするほか、被災地の経済社会の復興に不可欠な地域産業のサプライチェーンの復旧を支えるものとして大きな意義を有するものと考えられる。

(4)海上輸送の課題

航路と道路網の結節点である港湾は、海上輸送上不可欠な物流拠点であるが、いったん地震等の災害によって港湾施設が破壊されると、その復旧のための土木工事には数か月から半年、場合によっては1年を超える長期にわたる時間と多大な費用を要する。従って、地域の災害時物流の拠点となる港湾については地震等の自然災害に対する十分な耐久性を確保しておくことが重要となる。

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、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。これらの耐震強化岸壁は、大規模な地震が発生した際に、被災直後にあつ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つ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が、平常時には一般貨物船向けの埠頭として供用されることを念頭において整備される場合が多かったため、多くの埠頭で岸壁の延長や水深等の施設の規格が一般貨物船用となっている。一方でフェリー等のRo-Ro船は一般貨物船に比べて船長が長いので、これらの耐震強化岸壁にフェリー等が安全に着岸する上で、バース延長や航路・泊地の広さが不足する場合が多くみられる。（小野2012¹³⁾）

一方、岸壁の耐震性や規格に問題がない場合であっても、港湾の物流機能が必ずしも的確に発揮されるとは限らない。東日本大震災時には津波によってコンテナ等の港湾貨物や車両類、瓦礫等が水域に流出し、航路や泊地の埋塞が発生した。

このため、例えば仙台塩釜港（仙台港区）においては、東日本大震災後2か月以上にわたって、これらの瓦礫の揚収作業が続いた。また、同港のコンテナターミナルにおいてはガントリークレーンの倒壊とクレーン基礎の変形が生じ、復旧に半年以上を要した。ストラドルキャリアやフォークリフト等の荷役機械も津波によって冠水し電気系統が不具合となって使用できなくなったため、他港の港湾運送事業者からの荷役機械の提供支援を待たなければならなかった。

また同港のフェリーターミナルでは、先述の通り4月11日に苫小牧港及び名古屋港との間で暫定営業が再開されたが、津波によって旅客ターミナルが浸水被害を受けたため、旅客輸送の再開は4月28日となった。

これらの東日本大震災時の教訓は、海上からのERLの脆弱性が、単体の港湾施設ではなくシステムとしての港湾機能にあることを改めて示したと言える。

上記のようないわゆる「ハード面」の課題に加えて、船舶を活用したERLを今後拡大していく上での「ソフト面」においても様々な課題が挙げられている。

例えば、ERLに従事する船舶が港湾に臨時入港する際に、海図、タグボートや水先案内等の港湾サービス、埠頭用地や上屋スペース、電力の供給等が確保されていないと見なければならない。またフェリー等の定期船については、定期航路免許の変更等の行政上の手続きをいかに迅速に行うか、また、ERLに従事した船の所有者からの求償に対して適切な対応がなされるかといった課題が指摘されてきた。（小野ほか2015¹⁹⁾）

一方、前章で述べたような時間とともに変化していく支援物資需要に的確に追従するうえでは、船舶輸送

の利点である大量一括輸送機能が逆に弱点となる可能性がある。特に、時間経過とともに好みが多様化していく被災地向けの食糧類や多種多様な日用品に対してプル型のERLを適正に行うことは、小ロットのトラック輸送による個別配送でも容易ではない。船舶による大ロット輸送がメリットを発揮するのはERL初期のプッシュ型輸送において類型化しユニット化した支援助物資の大量輸送を行うか、燃料類等のバルク貨物を輸送するのが一般的になるが、あわせて、コンビニやスーパーのような小売主導型の流通システムのノウハウを生かしたプル型のERLにおいて、フェリー等による海陸一貫大量輸送を適切に活用していく視点も今後必要になるものと考えられる。

4. 災害時物流の実効性

(1) 港湾BCPIにおけるERL

前章で述べたように、災害時の緊急援助輸送（ERL）活動を海から行う場合には、海陸の交通、物流の結節点である港湾の機能の確保が不可欠である。しかしながら大量輸送に支えられる臨海部産業活動と一体的である港湾は、脆弱である場合が多い沖積地盤上にありまた大きな津波が発生すればその直撃を免れることが困難なインフラである。従って、地震、津波などの自然災害に対する港湾施設の強靱性を高める一方で、被災した場合であっても早期のERL機能の回復が可能なように港湾施設復旧の迅速性を強化しておき、さらには機能復旧までの間は隣接港湾経由でERLが行えるようあらかじめ準備しておく（代替性の確保）ための港湾機能の継続マネジメント（Business Continuity Mngament, BCM）が重要となる。（図-5参照）

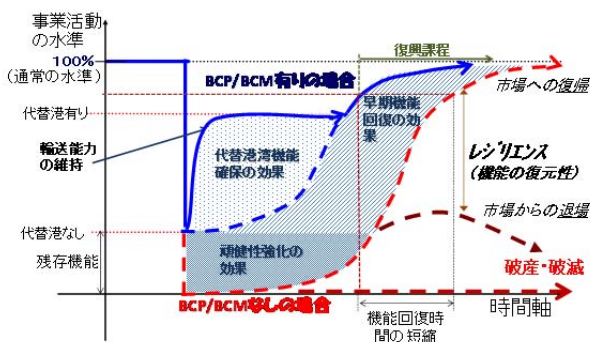


図-5 港湾物流におけるBCPの概念

平成27年3月に国土交通省が発表した「港湾における事業継続計画策定ガイドライン（港湾BCPガイドライン）」では、緊急時における港湾関係者のアクションプログラムとして「対応計画」を港湾の事業継続計画（港湾BCP）にもり込むことを求めている²⁰。ガイドラ

インでは、港湾施設の迅速な復旧や不足する港湾機能の他港経由の輸送による一時的な代替、捜索・救助要員や緊急支援助物資等の円滑な受け入れ態勢の整備などのための手段と手順を対応計画に定めるよう求めている²¹。

一方、個々の港湾におけるBCMで対応できない機能継続の課題に対処するため、広域的な港湾連携の枠組みの形成（広域港湾BCPの検討）が進んでいる。

東日本大震災時には、港湾施設と荷役体制の早期復旧が求められる中、建設機材や荷役機械の多くが津波によって失われ、職員も被災者となったため、地域内だけで必要な要員、資機材を確保することが困難となり、国の機関や業界団体から、資機材や人材の広域的な支援を受けた。このことを教訓として東北広域港湾防災対策協議会（事務局：国土交通省東北地方整備局）では、東北港湾の広域港湾BCP（東北広域港湾BCP）を作成し、航路啓開に必要な作業船団や資機材と荷役を行うために必要な荷役機械や車両、事務機器等を広域調達するための方策を定めた²²。

また、南海トラフの巨大地震・津波が発生すれば高知県の全域と徳島県及び愛媛県の南部において陸上交通網の寸断が発生するリスクが高いと危惧される四国地域では、国と各港の港湾管理者が連携して、災害時の海上輸送機能確保のための計画や指針を策定している。これらの計画等は、大規模な地震・津波災害が発生した際の近畿や中国、九州地方からの緊急支援助物資海上輸送ルート確保を国の機関及び港湾管理者等の港湾関係者の協働のもとに行おうとするもので、東南海・南海地震及び南海トラフ巨大地震の発生を念頭に置いて、四国の主要な港湾における被災想定や津波による海上流出物の推計結果、航路泊地の速やかな啓開の手順等が示されている²³。

また国土交通省近畿地方整備局は、平成23年度に大阪湾港湾機能継続計画推進協議会を設置し、直下型地震（上町断層帯地震）及び海溝型地震に備えた大阪湾諸港の機能継続のための活動指針（大阪湾BCP）を策定した。大阪湾BCPでは、上町断層帯地震及び南海トラフ巨大地震を念頭に置いた大阪港及び神戸港等の物流施設の被害想定を行うとともに、これに基づき港湾における緊急支援助物資の輸送等の機能を、港湾相互がバックアップすることによって、継続していくための活動指針を示している。

図-6は大阪湾BCPにおける上町断層帯地震発生時の緊急支援助物資の海上輸送活動イメージである²⁴。堺泉北港堺2地区に国が設置した基幹的広域防災拠点を橋頭堡としたERL活動に加えて、神戸港経由での捜索・救助部隊や支援助物資の揚陸、更には大阪湾における航路啓開等に時間を要したり、大阪湾内の港湾において船混み

が発生したりした場合には、和歌山下津港経由での迂回輸送が念頭におかれている。



図-6 大阪港BCPにおける緊急支援物資輸送活動の例²⁰⁾

(2) ERLのためのリスクマネジメント

災害とは、「日頃利用している資源（リソース）が入手できなくなる」と言うことができる。前節で述べた港湾における ERL のための BCM についても、その実効性は、災害直後にあってもリソースを確保または迅速に復旧できるかどうかにかかっている。しかしながらここで言うリソースは、船舶の運航や陸上輸送、港湾の運営に必要なヒト、モノ、情報等の多岐にわたることから、まずはこれらのリソースを的確に把握し、確保に関するリスクの評価とそのリスクへの対応策の検討（リスクマネジメント）を行う必要がある。

港湾の BCM に関して小野ら（2015）²¹⁾は、①事業継続の対象となる重要機能を仕事カードと IDEF0 法を用いて個々の業務活動に分解し業務フロー図を作成する、②作業シートを用いて業務フロー図からシステムティックにリソースを発見、分類する、③リソース間の依存関係を抽出するとともに、リソース間の依存関係の波及を追跡する、④重要機能の実行上隘路となるリソースを明確化する、手順と方法を提案している。これらの分析結果を踏まえて災害時物流の運営に支障をきたす恐れのあるリソースをあらかじめ明らかとすることができれば、それらに備えて事前の措置を講じる「災害時物流の継続に必要なリソースのリスクマネジメント：災害時物流リソースマネジメント」が可能となるものと考えられる。

国土交通省は災害時における円滑な船舶活用の方策をガイドラインにまとめて平成27年3月に公表した他²²⁾、ガイドラインの実地における具体の事例として、四国

運輸局は南海トラフの巨大地震によって大きな被害を被ることが懸念される高知県を念頭に置いて高知港災害時船舶活用実施要領を作成した²⁰⁾。実施要領の中では、フェリーや Ro-Ro 貨物船、内航コンテナ船の高知港への入港手順と必要リソースの確保について、上述の業務フロー図の作成及び作業シートを用いたリソースの発見、分析の手法が用いられている。このような分析事例を踏まえ、今後、ERL の円滑な実行と継続のための災害時物流リソースマネジメントについてさらに議論と実践が進み、方法論が確立されることが期待される。

5. まとめ

本稿では、東日本大震災時における災害時物流の教訓を踏まえて、まず、大規模災害時における物流活動の様々な特徴と現下の課題を明らかにした。すなわち、大規模な災害の発生時には、多数にのぼるであろう被災者の生命と健康、人としての尊厳を確保するため、捜索・救助のための救援部隊を大量かつ迅速に被災地に展開し、その活動を強力に支えていくとともに、膨大な量の食糧、水、生活必需品等を被災地に提供する必要がある。本稿では、そのための大規模な災害時物流システムを的確に構築・運営することが求められる旨の問題意識を提示した。

次に、大規模性等の海上輸送の特性を踏まえて、近々にも発生が懸念される南海トラフ巨大地震等の巨大災害に備え、大規模な災害時物流を効果的、効率的に実施していくためのフェリー等の Ro-Ro 型の船舶を活用した海陸一貫輸送活用の重要性を指摘した。更に、災害時に海上輸送を実施する上の隘路となることが考えられる港湾について、現下の港湾物流機能継続マネジメントの方法論に触れ、ERL 活動に的確に対応していくための港湾機能の継続性強化の方向性として、災害時物流のリソースに係るリスクマネジメントの深化の必要性と方法論を提案した。

本稿で試みた議論に基づき、大規模な災害が発生した際の海上輸送ルートによる救援支援輸送に関する研究の実施と政策検討について更なる発展がみられることが切に望まれる。

なお本研究の実施にあたっては、国土交通省や関係地方自治体、一般社団法人日本海事検定協会、長距離フェリー協会等のご支援、ご協力を得た。

また、筆者を中心とする研究グループでは、JSPS 科研費（15H02970）の助成を受けて、海陸一貫輸送による ERL に関する研究の更なる推進を図っているところである。これらの本研究に対する支援に心より感謝の意を表明します。

参考文献

- 1) 笹本浩：東日本大震災に対する自衛隊等の活動～災害派遣・原子力災害派遣・外国軍隊の活動の概要～,立法と調査 No.317,参議院, 2011
- 2) 東日本大震災の避難所生活者数の推移について,復興庁,
- 3) 緊急災害対策本部(被災者生活支援)における物資調達、輸送調整対応,東日本震災における災害対応策に関する検討会第3回資料,内閣府,平成23年9月
- 4) 南海トラフ巨大地震の被害想定について(第一次報告),中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ,平成24年8月
- 5) 南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告),中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ,平成25年3月
- 6) 首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画の概要,内閣府プレス発表資料,平成28年3月
- 7) 都民の備蓄及び管理・消費の促進について報告書,備蓄消費に係る検討会,東京都,平成27年2月
- 8) 首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画,中央防災会議幹事会,平成28年3月
- 9) 沼田邦雄,宮村茜:備蓄食に関する調査について,東京都立食品技術研究センター報告,第11号,pp.30~34,2002
- 10) 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,経済産業省東北経済産業局,平成24年4月
- 11) 林敏彦:大災害の経済学,PHP新書750,pp.20-22,2011
- 12) 23年度サプライチェーンを支える高度な物流システムの構築事業ー災害時等における緊急支援物資供給の効率化事業報告書 pp.85,野村総合研究所,2012
- 13) 小野憲司:災害時の海上輸送手段としてのフェリーの活用方策,港湾経済研究 No.51,pp.1-12,2012.
- 14) 東日本大震災と物流における対応,東日本震災における災害対応策に関する検討会第3回資料,内閣府,平成23年9月
- 15) 東日本大震災における石油供給について,東日本震災における災害対応策に関する検討会第5回資料,内閣府,平成23年10月
- 16) 東日本大震災の記録ー国土交通省の災害対応ー,国土交通省,平成24年3月
- 17) 東日本大震災への対応の記録,pp.19,海上保安庁,平成24年1月
- 18) 東日本大震災に対する防衛省、自衛隊の活動状況(在日米軍との協力),東日本震災における災害対応策に関する検討会第6回資料,内閣府,平成23年10月
- 19) 小野憲司,辰巳順,中尾健良,嶋倉康夫:大規模災害時の緊急支援物資輸送における長距離フェリーの活用とその課題,沿岸域学会誌 Vol.28, No.1, pp.71-82, 2015
- 20) 国土交通省港湾局:港湾の事業継続計画策定ガイドライン,平成27年3月
- 21) 小野憲司,赤倉康寛,角浩美,池田龍彦: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,平成28年1月
- 22) 東北広域港湾BCP(概要),東北広域港湾防災対策協議会,東北地方整備局 港湾空港部 HP,平成25年2月(<http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kakyoin/effort/bousai/bousai001.html>)
- 23) 南海トラフ地震に対応した四国の広域的な海上輸送の継続計画,四国の港湾における地震・津波対策検討会議資料,2014
- 24) 直下地震(上町断層帯地震)時の大阪湾BCP(案),大阪湾港湾機能継続計画推進協議会,平成26年3月(http://www.pa.kkr.mlit.go.jp/pdf/bcp/oosakawanbcp-uemachi_1.pdf)
- 25) 災害時の船舶活用円滑化具体的方策に関する調査検討会最終報告,国土交通省海事局内航課,平成27年4月
- 26) 高知港災害時船舶活用実施要領 Ver1.0,モデル地区における大規模災害時の船舶活用の具体的方策に関する調査高知県ワーキンググループ,交通政策部交通政策部,平成27年3月

(2016年4月22日受付)

POSSIBLE POLICY DEVELOPMENT FOR MAINTAINING A BROAD-BASED EFFICIENT AND EFFECTIVE
LOGISTICS AT THE LARGE SCALE DISASTER SCENES

Kenji ONO

In the context of wide spread concern of possible large scale disasters such as the Nankai-trough massive earthquake, developing logistics policy for undertaking effective and efficient transportation operations for deploying search and rescue parties and maintaining health and humanity conditions of the affected people in the disaster site even under situation of land surface transportation disconnections. Disrupted local supply chain system is also promptly recovered to enable the industries to resume operation of production lines, which is essential for secure local employments.

For discussing the above agendas, the paper discusses on the possible policy development for employing water surface transportation on the emergency logistics operation. The water surface transportation is also expected to facilitate resiliency of local logistics system to the large scale disasters. Particular emphasis is placed on the mobilization of ferry boats and Ro-Ro cargo vessels as means of water and land surface seamless transportation..