

# 長距離フェリーを活用した緊急支援物資輸送に関する研究

(正) 小野憲司 (京都大学防災研究所), 辰巳順 (オーシャントランス(株))  
中尾健良 (三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング), 嶋倉康夫 (国土交通省四国運輸局)

## 1. まえがき

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・救助部隊が長距離フェリーを利用して海路より被災地に展開した。本論文では、災害現場において効率的な大量輸送手段となりうる長距離フェリーの強みに着目して、フェリーを活用した効率的、効果的な人員・資機材や緊急支援物資の海上輸送システムについて検討する。

## 2. 東日本大震災時のフェリーによる緊急支援物流

現在、日本の沿岸域には、総トン数59万7千総トン、合計51隻の長距離フェリーが就航しており、その総輸送力は、乗客3万人、乗用車3,800台、トラック・トレーラー7,192台に達する。<sup>1)</sup>東日本大震災時に実際に緊急支援輸送活動に従事したフェリーは、10,000総トン以上の大型フェリーがその大宗を占めており、より少人数のクルーと少量の燃料によって大量の人員及び車両を一括輸送することができる大型長距離フェリーのメリットが活用されたことがわかる。

これらの長距離フェリーは、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。またフェリー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た。長距離フェリーは、上記のような利点を生かして東日本大震災後も直ちに緊急支援輸送活動に従事したことから、将来の大規模災害時における緊急支援輸送のための効率的で有効な海上輸送手段となりうるとの期待が高まった。<sup>2)</sup>

またフェリーは、ランプウェイを通じて岸壁から直接車両を積み降しするため、i) 陸側からのクレーン等の支援が無くとも荷役が可能、ii) トラック等を介して海上輸送と陸上輸送をシームレスに接続することができる、iii) 捜索救助活動のための自衛隊等の多数の要員及び車両・重機・装備類を燃料とともに一括輸送できる、と言った特色を有する。

これらの強みを生かして、東日本大震災発生後の4か月間に、15のフェリー会社から48隻のフェリーが899航海の緊急支援輸送に従事し、自衛隊員45,500人及び車両12,800台を含む60,500人、16,600台を輸送した。特に、発災直後の6日間に緊急動員された商船三井フェリー、新日本海フェリー、太平洋フェリーのフェリーは、13航海で、6千人の要員と2千台の車両類を被災地に展開させ、災害直後の初動時における長距離フェリーの強みを如実に示した。<sup>3)</sup>

## 3. 長距離フェリーによる緊急支援輸送シミュレーション

それでは、今後発生が危惧される南海トラフの巨大地震や首都直下地震のような大規模災害において大量の緊急支援物資輸送が要請される場合に、長距離フェリーはどのような機能を発揮することができるだろうか? そのような観点から本研究では、長距離フェリーを用いた緊急支援物資輸送の効率性を定量的に評価するため、長距離フェリーの各時点における位置を逐次計算する図-1に示すアルゴリズムを作成し、南海トラフの巨大地震が発生した際の高知県中央地域を対象とした緊急支援輸送シミュレーションを行った。

逐次計算アルゴリズムの主な仮定と計算条件は以下のとおり:

- ① 支援物資積出港として北九州港及び大分港(支援港)を、また被災地の荷揚げ港としては高知港(被災地港)を想定。北九州港及び大分港から各3隻、計6隻のフェリーが港湾間を往復、
- ② 北九州港及び大分港では3バース、高知港では2バースがフェリーの接岸に利用可能、

- ③ フェリーから揚陸されたトラックは、被災地内陸部の総合防災基地まで走行し、積み荷を降ろした後一定の時間分布で高知港に帰還。高知港からはフェリーによって支援港に帰投、
- ④ 積出港と被災地までの航行ルート上や港湾の入出港時にフェリーの追い越しは発生しない、
- ⑤ 港湾のバースに空きがない場合、フェリーは沖合で待機、
- ⑥ 被災地港での荷役時間に、夜間の作業制限及び潮位による車両乗降制限を考慮、
- ⑦ 荷役時間は、貨物の積み下ろし規模に係らず一定。

高知港では地震、津波の被災によって夜間荷役作業のための照明設備等が失われている可能性が高いことから、アルゴリズムでは、夜間荷役は行わないこととした。また、高知港にはフェリー用の可動橋が無くサイドランプによる荷役のみが可能であることから、潮位が低い場合はランプが急勾配となりトラックの円滑な乗降が困難となることを勘案し、潮位 0.5m 以下では荷役しないこととした。またフェリーが周防灘や別府湾を夜間に巡航する際、浮遊瓦礫や漁網等に遭遇し航行障害を生じる可能性に鑑み、瓦礫等の監視が可能なよう夜間の航行速度を毎時 5 ノットとした。

逐次計算は、北九州港及び大分港に朝 6 時に集結したそれぞれ 3 隻の大型フェリーが、100 台のトラックを積載して高知港に向かう時点から開始し、1 時間間隔で 720 時間（3 ヶ月）後まで実施した。

また、洋上でのフェリーの巡航速度は昼間 20 ノット、トラック 1 台当たりの平均積載量は 7 トンとした。また高知港では、三里地区の耐震強化岸壁 1 バースに加えて、水深-12m~-14m を有するその他の 3 バースについてもその内の 1 バースは地震津波後もフェリーの接岸が可能であると見込んだ。なお高知港への夜間入出港は、浮遊瓦礫による推進器破損の恐れのためできないものと仮定した。

支援物資を輸送するトラックの運行に関しては、高知港から 30 km 離れた 2 か所の総合防災基地まで走行した後、翌日 70%、翌々日に 25%、3 日目に 5%が高知港に戻ってくるものと仮定した。

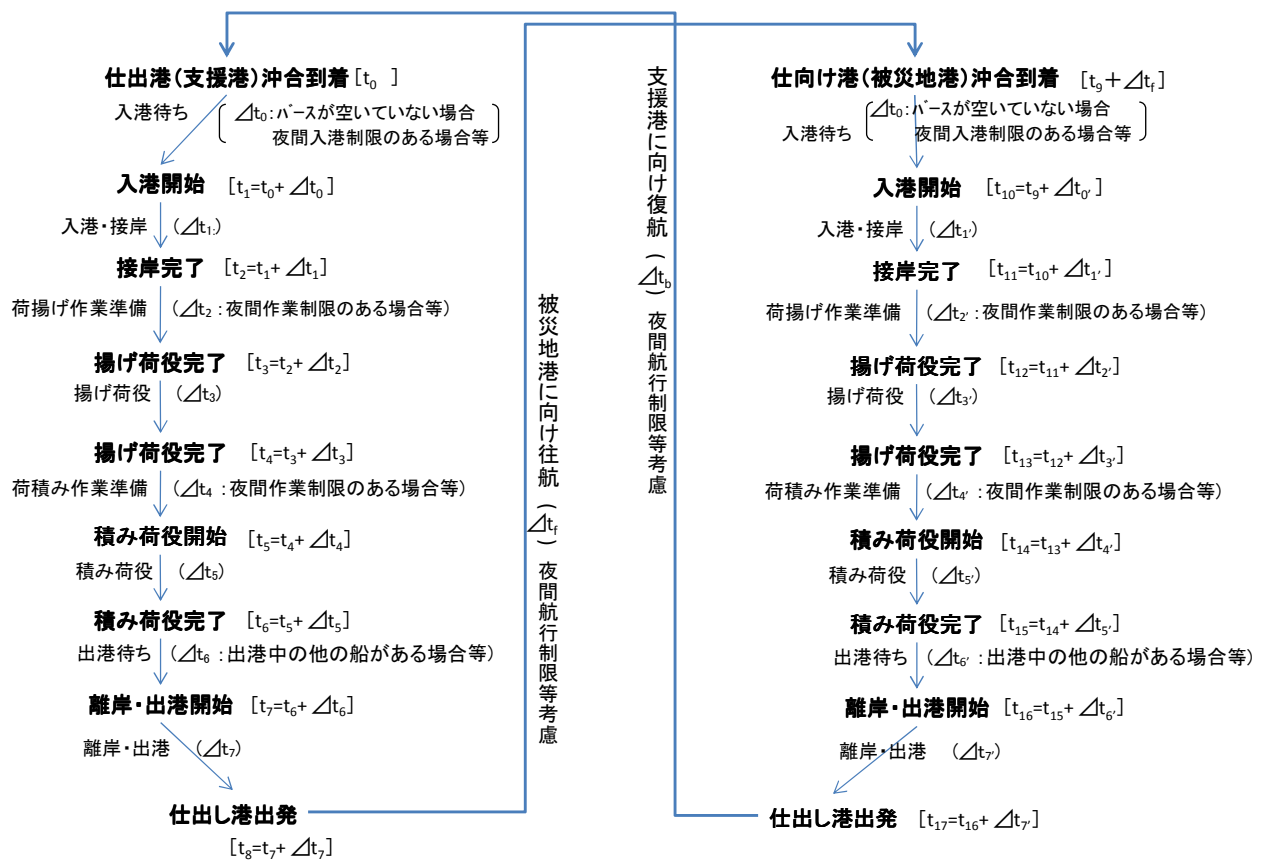


図-1 フェリー運航の逐次計算アルゴリズム

逐次計算から得られたフェリーの運航ダイアグラムを図-2に示す。毎日1隻ないし2隻のフェリーが高知港に到着し、1日あたり200台~400台のトラックを揚陸することから、日平均1,700トン

の緊急支援物資が被災地に荷揚げされるという計算結果となった。これは、高知中央地域のピーク時の支援物資必要量の32.7パーセント(又は避難者11万7000人分)に相当し、高知自動車道路等の内陸輸送ルートの復旧が遅れた場合のフェリーによる海路輸送の代替機能の有効性が示唆された。

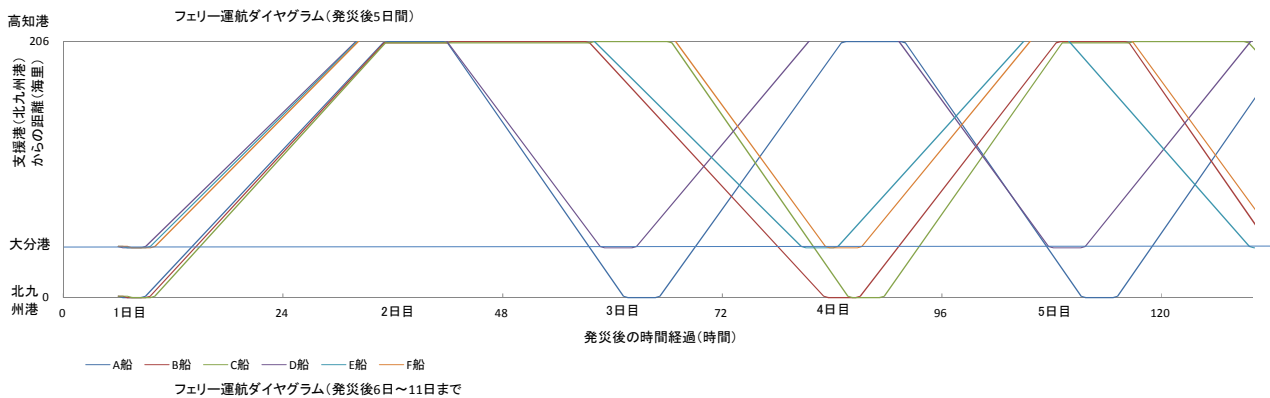


図-2 シミュレーションに基づくフェリー運航ダイヤグラム

図-3に、フェリーによる輸送途上のトラック及び現地で走行中のトラックの台数を示す。400~900台のトラックが洋上にあり、400台前後のトラックが高知中央地域で緊急支援物資輸送に従事であることから、合計で最大時約1,300台のトラックを確保する必要があるとみられる。

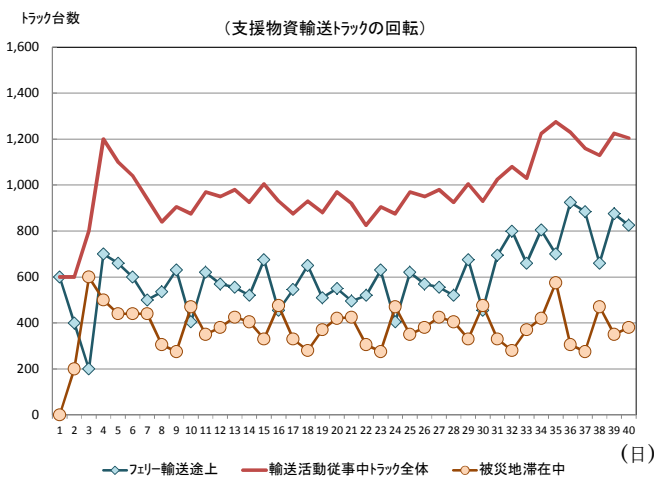


図-3 トラックの回転率

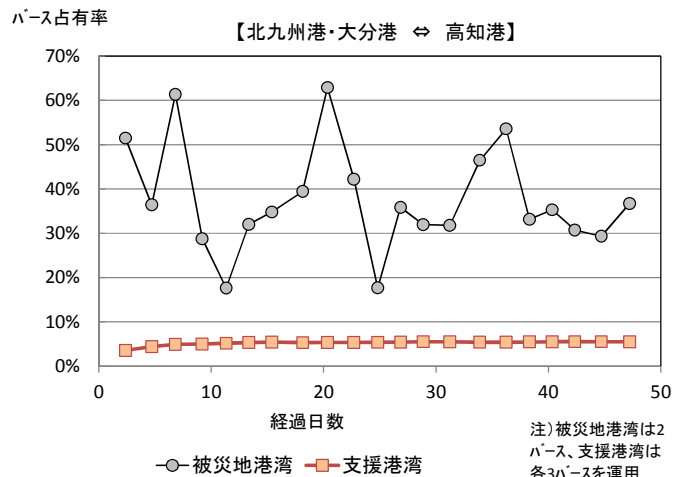


図-4 バスの占有率

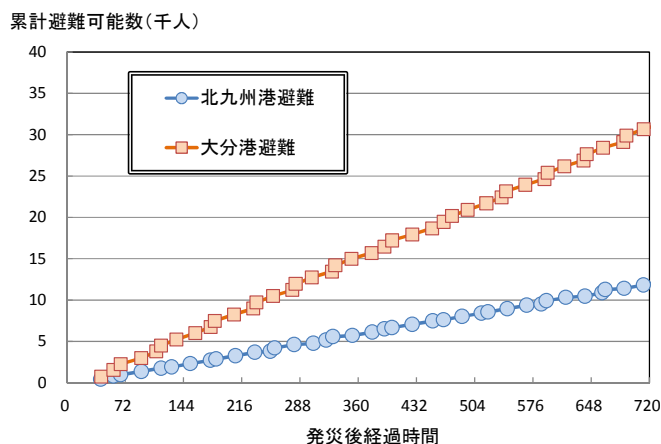


図-5 フェリーによる避難者数

また、フェリーの接岸・荷役による高知港のバス占有率は、フェリー到着のタイミングや潮位条件によって20%~60%、平均37.9%となり、夜間荷役ができないことを勘案すると、概ねフル稼働状態となることが分かった。(図-4参照)

更に、これらのフェリーの運航によって被災地から北九州港や大分港に搬送することが可能な避難者の数は、1ヵ月間で合計4万2千人に達した。(図-5参照)

#### 4. フェリーを活用した緊急支援輸送の課題

緊急支援輸送における海上大量輸送手段としての長距離フェリーの自己完結性、優れた操船性、マルチモーダル輸送機能は、今後、南海トラフの巨大地震のような大規模災害に対処するための事前準備を進める上で、有効な手段となりうるものと考えられる。しかしながらその一方で、長距離フェリーを緊急支援輸送に活用していく上での課題も挙げられる。

まず、緊急時に長距離フェリーを円滑に動員するためには、フェリーの航路及び船団の維持が適切に維持されている必要がある。近年の高速道路網の拡張と道路料金の政策的引き下げによって、トラック等陸上輸送に対する長距離フェリーの競争環境は著しく悪化した。このため、経営収支の改善に向けてフェリー航路の縮小と保有船隻数の削減が進んでおり、災害時の長距離フェリーの緊急対応能力を低下させている。将来の大規模な自然災害に的確に対応する上で、フェリー航路の維持と船腹量の確保を政策的に図っていく必要があると言える。

また、岸壁等の港湾施設は一旦被災するとその復旧には多大な時間と費用を要することから、耐震強化岸壁のような地震力に対抗可能な構造強度と液状化防止工が施された埠頭を有する港湾を全国に適切に配置することが、災害時に長距離フェリーを運航する上で不可欠である。

なお、これらの耐震強化岸壁は一般貨物船の接岸を念頭においたバース延長の短いものが多い。現在、全国において、整備中のものも含めて40バースのみが10,000総トンを超える大型の長距離フェリーに対処可能となっているため、より多くの港湾で大型の長距離フェリーの接岸が可能となるように耐震強化岸壁の基準を変えていくことが必要である。<sup>4)</sup>

#### 5. まとめ

本研究では、東日本大震災時の経験に基づき、大規模災害時の緊急支援輸送における長距離フェリーの強みについて述べた後、逐次計算シミュレーションを用いて具体の事例におけるフェリー輸送の効率性を定量的に評価した。また、今後の緊急支援輸送に長距離フェリーを的確に動員していく上での政策的な課題についても指摘した。これらの情報にも基づき今後、長距離フェリーの活用による効果的、効率的な災害時緊急支援輸送体制の速やかな構築がなお促進されることが期待される。

本研究の実施にあたっては一般財団法人国土技術研究センターの研究助成を受けた他、ケーススタディの実施に際して高知県及び四国地方整備局からデータ等の提供を頂いた。ここに感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日刊海事通信社, 2011: フェリー 旅客船ガイド, 2011年8月号
- 2) Suzuki, O., 2013: Expected activities of the mega ferry boats when extensive disaster has taken place, Presented at the International seminar on resilient and sustainable road freight systems and humanitarian logistics, Kyoto, April, 2013
- 3) Ono, K., 2012: An impact of the east Japan great earthquake on the local and global logistics, Presented at the International seminar on humanitarian logistics and emergency management, Kyoto, November. 2012
- 4) 小野憲司, 2013: 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, 日本船長協会会誌「船長」, 3月号, 130巻, 8頁~22頁