

PS-5 南海トラフ地震時における 日本海側フェリー/RORO 船隊による支援物資輸送

知識・データシステム系 * 松倉 洋史、荒谷 太郎、間島 隆博

1. はじめに

南海トラフ地震は極めて広域かつ同時多発的に被害を及ぼすため、陸路のみによる輸送や被災港を用いた小規模な海上輸送だけでは震災後 4~7 日に必要となるプッシュ型支援を十分に行えない可能性がある。そこで冗長的な輸送手段として非被災港を用いた日本海側フェリー/RORO 船隊輸送を提案する。本稿では、上記の必要性を論じ、発災後のフェリー/RORO 船の利用可能性を評価すると共に、海陸複合一貫輸送輸送シミュレーションによりその有用性を示す。

2. 支援物資の日本海側フェリー/RORO 船隊輸送

中央防災会議¹⁾は、南海トラフ地震のプッシュ型支援期間において食料だけでも最大 1 億 800 万食の輸送が必要と見込んでいる。他の基本輸送品目まで含めれば 10 トントラック換算で数千台以上となる膨大な量の輸送が発生することとなる。災害後の多様な状況下において必要な輸送能力を柔軟に確保できるよう準備しておくことは極めて重要である。

トラック輸送は Door to door の輸送が可能であり、柔軟性が高く、高速であるため円滑に進めば支援物資輸送で極めて有力な手段であり第一選択肢である。しかし、車両・ドライバ・燃料の不足あるいは道路ネットワーク破断等により輸送力が不足する可能性がある。その場合、影響は甚大である。

一方、船は輸送ロットが大きいため消席率を確保するには大量の貨物が必要となり、また荷役速度や船速が遅いため輸送に時間がかかる。更に、輸送が必要となるたびに船を手配するのでは迅速性にかける上、発災後、被災港湾は復旧に時間がかかる恐れがある。しかし、長距離・大量・少人数・低エネルギー輸送が可能であり、災害下でも自立した活動を長期にわたり継続可能であるという長所を持つ。

以上から、発災直後のプッシュ型支援期間における支援物資輸送には、主に日本海側の非被災港を利用し、定期フェリーのように航路及びダイヤをあらかじめ決めて運用するフェリー/RORO 船隊による輸送が冗長系として有望と考える。

3. 震災後の利用可能船舶

まずは、震災後にどの程度の隻数の船を利用可能なのか、各種データを用いて動的に評価する²⁾。

3.1 評価方法

最初に日本籍船の船舶仕様データを用い輸送に適した船を抽出する。主な基準は、フェリー/RORO 船であって航海速度 15kt・2,000GT 以上、近海・限定近海・沿海資格のいずれ

かとする。これは荷役の迅速性・移動速度・耐航性等を確保するためである。また、非被災海域の幹線及び生活に必須な航路の輸送力を残すため、青函航路と離島航路は就航隻数の 1/3(最低 1 隻)を対象外とした。次に、中央防災会議の資料における最悪被害ケースを想定し、震度や津波高からみて洋上瓦礫の影響を受ける港と一定以上の津波の被害を受ける港を除外することで、発災後に利用可能な港を抽出した。更に、日本全周の船舶の位置データである AIS データを 2018 年の 1 年分用い、各船の 1 時間毎の位置データ(365 日×24 時間=8,760 ケース)を取得し、当該時刻に津波被害を受ける内海にいた船・被災海域で停泊していた船を利用不能とした。最後に、日本海側で支援物資を積載する代表港(ここでは新潟港とした)を想定し、各船の 1 時間毎の発災時位置を基に、そこから利用可能な港で積載済み貨物を降ろす等の必要な準備をしてから代表港へ回航の上で到着する時刻を評価した。

3.2 評価結果

集計結果例を図 1 に示す。図から、発災 24・48・72 時間後の到着済み船の数はそれぞれ平均 15・64・76 隻、合計積載台数は平均 2,000 台弱・12,000 台弱・14,000 台弱と、速やかに大きな海上輸送力を利用可能となることが分かる。

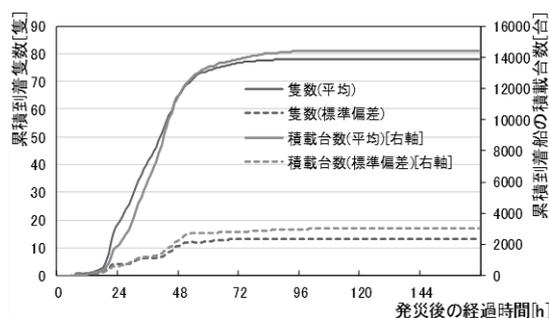


図 1 累積の到着隻数・積載台数の推移

4. 輸送性能の評価

日本海側フェリー/RORO 船隊輸送を陸路輸送と併用した場合の支援物資輸送の基礎性能を評価する³⁾。対象は支援物資の発地から広域物資輸送拠点(以下、着地)までの基幹輸送部分である(着地から各避難所までの末端部輸送を含まない)。

4.1 評価方法

ここでは輸送システムの基礎的な性能の評価を目的とすることから、計算パラメータの設定では支援物資の発地・着地・船・港・トラック等の個別事情を考慮せず一律に扱う。

発災 24 時間後、非被災地域に分布する貨物の発地からトラックによる支援物資の発送を開始するものとする(以降 72

時間で出荷完了)。発地は図2の非被災県の19か所の県庁所在地とみなすと共に、早期に貨物が到着し始めるよう西日本と東日本に分割し、図2左上枠の(B)のようにそれぞれから被災地の72か所の着地へと割り当てる。各着地の貨物の需要量は10トントラックの台数に換算する。各発地の供給量は、今後、流通在庫の利用が多くなることを想定し、発地の人口に比例させる。

経路の選択肢は図2右下枠のように“発地→着地”の直行経路か“発地→発港→着港→着地”の海陸併用経路の何れかとし、 $b + c < k \times a$ (k は海路選好係数。ここでは $k = 0.7$ を使用)を満たす際は海路を用い、他の場合は陸路を用いる。

海陸併用経路の場合、トラックの出発時に対象航路で利用可能かつ陸路走行距離が最短となる経路のうち、最も早く出航する船を予約する。船は文献2)の分析を参考に、10トントラックを150台積載可能で、船速21.5ktと設定し、発災後30時間後に初便が出発し、以降、6時間間隔で出航するものとする。その後、トラックは陸路で船の発港まで移動し、予約した船に搭乗する。陸路の基本移動速度は高速道路80km/h、一般道30km/h、その他道路20km/hとし、被災地の被害に応じてその1/4、1/8とする(安全側の仮定)。トラックは着港で下船後、着地まで陸路を移動する。乗下船所要時間はそれぞれ1時間とする。最後に被災自治体が着地から避難所まで支援物資を輸送する。これに初期には24時間、最終的には習熟等により早まり12時間を要するとする。

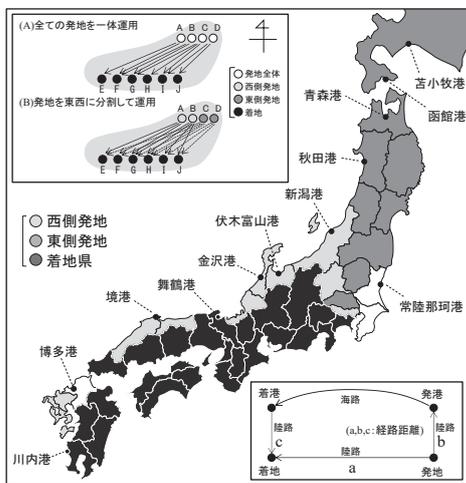


図2 貨物の発着地域と利用対象港湾

4.2 評価結果

図3は着地における支援物資の充足率(=到着済み量/総必要量)の時間推移を示している。平均充足率を見ると、初期には目標の点線分とほぼ同等、以降はそれよりも早い進捗で推移している。一般に船は輸送に時間がかかる傾向があるが、概ね良好な成績であり、また、トラックと比べ大きく遅れるものではないことが分かる。これは船が一定速度で安定して移動可能であるからと解釈できる。個々にみると着地によっては初期に目標充足率を大きく下回る場所があり、また図の網掛け部分に示されるように、物資の届き始めにばらつき

が大きくなっている。これはあらかじめ着地や避難所の貯蔵物資の量を増やしておく、あるいは発地を着地近くに変更する等、様々な対策により抑制することが可能である。

図4は輸送に必要な輸送資源(自走車両、トラック燃料、ドライバ)の指標であるトラック総走行距離を示している(海路は無人航送を想定)。海陸併用輸送では、東西合計で約47%減と半減している。トラック輸送資源の削減に船の利用は極めて効果的である。

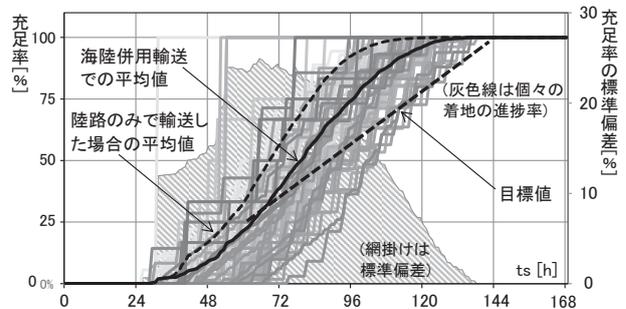


図3 物資充足率の推移

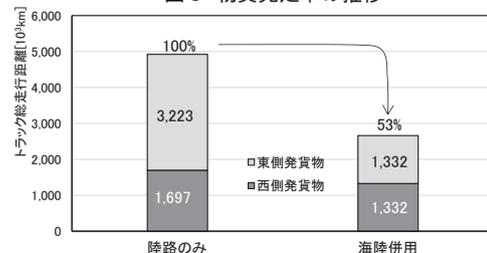


図4 トラック総走行距離の削減率

5. おわりに

南海トラフ地震を対象に、日本海側の非被災港を中心としたフェリー/RORO 船隊輸送を想定し、AIS データ等を用いて発災後の上記の船の利用可能性を動的に評価すると共に、輸送シミュレーションを実施して支援物資輸送の性能を定量評価した。その結果、上記輸送はトラック輸送に対する冗長系として有用な基本性能を持つことが分かった。南海トラフ地震の発災直後は支援物資を円滑に輸送する必要がある。上記輸送の検討を進めることは極めて有意義と考える。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K04864 の助成を受けたものである。記してここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 中央防災会議：南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画，2020.5.
- 2) 松倉 洋史，荒谷 太郎，間島 隆博：南海トラフ地震における支援物資輸送への船舶の利用可能性評価，日本船舶海洋工学会論文集，Vol.32，2020.
- 3) 松倉 洋史，荒谷 太郎，間島 隆博：南海トラフ地震における支援物資輸送への船舶の利用プッシュ型輸送期間の日本海側フェリー/RORO 船隊輸送一，日本船舶海洋工学会論文集，Vol.34，2021.