

物流からみた北海道一本州間の交通網リダンダンシー評価*

Evaluation of the transportation networks redundancy for the Hokkaido-Honshu freight*

井田直人**・三好敬史***・佐々木恵一****・田村亨*****

By Naoto IDA**・Takafumi MIYOSHI***・Keiichi SASAKI****・Tohru TAMURA*****

1. はじめに

2000年3月31日、有珠山が23年ぶりに噴火した。噴火の3日前に気象庁火山噴火予知連絡会が「数日以内に噴火の可能性」との見解を示し、2日前に地元気象台が緊急火山情報として「数日以内に噴火の可能性が高い」と発表した。これはわが国において初めて予知が成功した事例である。これにより関係機関や企業等が噴火に備えることができ、噴火後の影響を小さくするのに寄与した。一般に火山性災害は他の自然災害と異なり、活動期間が長く、かつ今後の活動規模や収束時期等が予測しにくい。

ところで北海道一本州間の物流は、唯一の陸上系交通機関である鉄道がJR室蘭本線を経由し、また海上輸送は北海道全体の約7割を苫小牧港・室蘭港・函館港の3港で取扱っていることから分かるように、札幌一函館間の噴火湾沿岸地域が大動脈としての役割を担っている。この地域は有珠山のほか、樽前山、北海道駒ヶ岳という常時観測火山が並んでおり、常に火山性災害の危機に曝されている。

そこで本研究は、北海道一本州間の物流に着目し、火山性災害による物流への影響を、今後予想されている樽前山の噴火を想定したリダンダンシー評価モデルによる分析を通して検証することを目的とする。

2. 2000年有珠山噴火災害の影響

今回の有珠山噴火災害による交通への影響としては、道路関係では2000年3月29日から、幹線である北海道縦貫自動車道（以下、道央道とする）の一部や国道37号、230号、453号、道道11路線の通行が規制された。その後、規制区間は火山活動の推移に伴い段階的に縮小され、5月下旬の国道37号全面規制解除により広域的な迂回ほぼ解消した。そして2001年7月現在は道央道が全線開通（2001年6月30日）し、ルートの変更が決定された国道230号の一部区間を除き、全ての規制が解除された。

一方、鉄道は2000年3月29日から、JR室蘭本線の一部区間で運転を見合わせた。貨物列車はJR函館本線経由で迂回運転されたが、これは通常の10%にも満たない輸送力であった。その後、同年6月8日には全線が復旧し、通常運転に戻った。

この交通規制の影響を受けた企業等38箇所に対して2000年7月から8月にアンケート調査を実施した。その結果、産業活動への影響として物流ルートの変更のみならず、在庫の拡大、生産拠点の変更、作業工程の変更、配送拠点の変更等が強いられていたことが明らかとなった。また行政機関等からの道路迂回情報を活用することによって意思決定を行っているところもあった。表1は有珠山噴火前後の情報と、それを受けた企業等の対応をまとめたものである。この表から企業等では、関係機関から寄せられた情報により鉄道輸送からトラック輸送への変更やルートの変更、配送時間の繰り上げ、製造工場の変更といった代替措置を的確に講じていたことが分かる。つまり物流の分析という観点からは、単に災害による迂回行動だけではなく、情報の発信による企業の行動変化と、それに伴う物流状態の変化を考える必要があるといえる。

*キーワード：物資流動、防災計画

**学生員、室蘭工業大学大学院工学研究科

建設システム工学専攻、博士前期課程

(北海道室蘭市水元町27番1号、TEL0143-46-5289、

E-mail:s0921010@mmm.muroran-it.ac.jp)

***学生員、室蘭工業大学大学院工学研究科

建設システム工学専攻、博士前期課程

****正員、工博、函館工業高等専門学校環境都市工学科

*****正員、工博、室蘭工業大学工学部建設システム工学科

表－１ 情報発信の流れと企業がとった主な措置

月 日	情報の種類	情報の内容	企業各社がとった主な措置
3月27日	火山活動	火山性地震の回数増加	
3月28日	臨時火山情報	火山噴火予知連から「昭和52年～53年噴火以来の地殻活動、今後の噴火の可能性」発表	○トラックへの代替輸送を指示 ○社内に「有珠山噴火災害対策本部」を設置
3月29日	緊急火山情報	火山噴火予知連から「地震活動急速に活発化、数日以内に噴火の可能性大」発表	○ルート変更指示（7社） ・国道 5号、276号を経由 ・商品の配送時間を繰り上げて配送
	交通情報	・道央道伊達～豊浦間交通規制開始 ・国道3路線（R37、R230、R453）および道道11路線交通規制開始	○出発時刻の変更 ○トラック便をチャーター
	交通情報	JR室蘭本線が運休（旅客・貨物）	
3月30日	火山活動	地震回数がピークに達する	
3月31日	火山活動	13時10分頃23年ぶりに有珠山噴火	○有珠山噴火対策本部を設置
	臨時火山情報	火山噴火予知連から「今後も噴火は継続、噴火場所の移動の可能性も」発表	○トラック代行輸送の開始とともに船舶代行輸送区間を選定し、輸送力を確保
4月1日	交通情報	国道230号と道道の一部交通規制解除で喜茂別～豊浦間が通り抜け可能になる	○製造工場の変更、配送ルートの変更
4月2日	臨時火山情報	火山噴火予知連から「明治噴火の初期に似た活動、軽石噴火の可能性残る」発表	
	交通情報	・道央道一部交通規制解除 ・国道453号と道道の一部交通規制解除で大滝～伊達間が通り抜け可能になる	○トラック代行輸送力を補完するため、室蘭～函館、船舶代行輸送を開始

3. 使用した物流統計

本研究において使用した統計は以下の通りである。

鉄道に関する資料は、JR 貨物各支社発行の「鉄道貨物輸送年報」がある。この中では 12ft コンテナの輸送個数を基準として貨物の輸送量等を計上している。また貨物駅間の輸送量は把握できるものの、真の発着地や輸送経路は捉えることができない。

一方、海上輸送に関する統計は、「港湾統計年報（各港湾管理者）」や、「貨物地域流動調査（国土交通省）」が公表される。しかしフェリーに積載される貨物を例にとると、「港湾統計」では換算トン（積載車両全長から重量換算した単位）を、一方の「貨物地域流動調査」では積載された貨物の重量（トン）を単位として計上されていて、単位の統一性を欠いている。さらに RORO 船についてはフレート・トン単位として集計することを基本としているが、その一部は実際に積載された重量にて計上されている。

次章のモデルでは海上輸送される貨物の輸送量の算出に、貨物の発着地まで把握できる「フェリー貨物実態調査」（平成 11 年、北海道開発局開発土木研究所）を利用した。この資料は「港湾統計」と同様、

換算トンを単位としている。

4. 交通網リダンダンシー評価

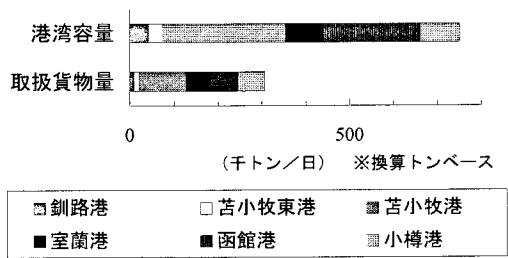
3 章で述べた通り、データ等の制約から物流モデルを構築することは極めて困難である。そこで本研究では、まず北海道一本州間で輸送される総量と、交通ネットワークの構成を把握した上で、所要時間のみを考慮したモデルを構築し、それをを用いて通常時と仮想被災時における所要時間の変化を計測した。

（１）通常時の総輸送量と輸送能力

北海道一本州間の物流交通網における輸送能力（容量）と取扱貨物量を、図－１と図－２に示す。

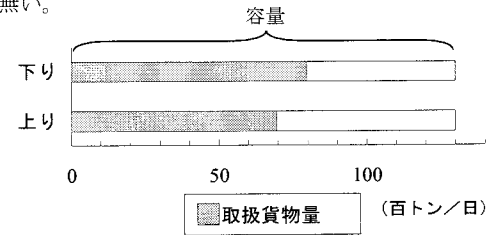
港湾容量とは本来、港湾の設備（バースやガントリークレーン等）の制約による取扱量の限界値で表わすものであるが、ここではそれを計算することが困難であるため、便宜的な取扱いとして各港湾を通常時に発着する船舶の積載可能車両数に 12m シャーシ 1 台の最大積載貨物量を乗じたものとしている。図－１から海上輸送の輸送能力には約 6 割の余裕があることが分かる。また上下ともに年間を通して一

定の需要があることから、この余裕についても年間の変動は殆どないと考えられる。



図－１ 港湾別容量・取扱貨物量（フェリー・RORO 船）

一方、鉄道については途中駅での積み下ろしや中継が可能のため、リンク毎の輸送力は表現できない。しかし、北海道－本州間を輸送される貨物は必ず青函トンネルを通過することから、この断面の通常時の輸送力を考えることとした。図－２から上下方向とも約４割の余裕があることが分かる。但し上りについては秋冬期に北海道からの移出が増加するため余裕が減少する。一方、下りの輸送需要については年間の変動は殆ど無い。



図－２ 鉄道貨物容量・取扱貨物量（JR 海峡線断面）

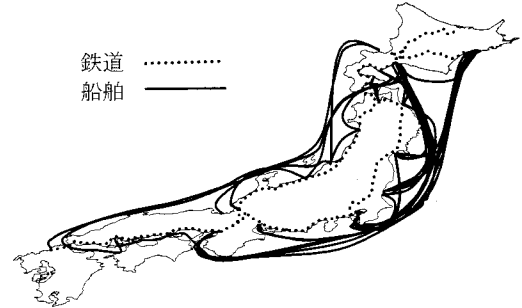
ここから北海道－本州間の総輸送力には、ある程度の代替輸送に耐え得る余裕があるといえる。

（２）交通ネットワーク

北海道－本州間の物流網は青函圏を軸とする「hub & spoke」のネットワークが形成されていると言われてきた（図－３）。事実、鉄道は青函トンネルを通して輸送を行っており、青函航路の輸送容量も少なくはない。港湾は苫小牧港や釧路港等道内各地に点在しており、各港湾から本州方面への航路も多数設定されている。また容量や輸送量をみても、必ずしも青函圏に一極集中しているとまでは言えない。

先に述べたように噴火湾沿岸地域（函館－室蘭－苫小牧）に物流拠点が存在しているものの、北海道－本州間では「point to point」サービスが提供されて

いると考えることができる。従って北海道－本州間の物流交通ネットワークはリダンダンシー確保のための必要条件を備えていると考えられる。

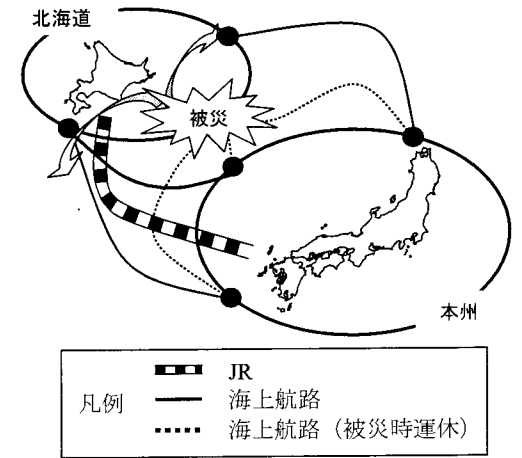


図－３ 北海道－本州間の物流交通ネットワーク

（３）モデル分析による交通網リダンダンシー評価

a) 交通網リダンダンシー評価モデル

本研究におけるモデルの概要は図－４に示す通りである。北海道－本州間の既存物流ネットワーク上において、ある港湾が災害により機能を失った場合における影響を、通常の場合と比較し分析を行う。



図－４ リダンダンシー評価モデルの概要

今回は樽前山噴火時に被災することが予想されている苫小牧港と苫小牧東港を被災港湾と仮定した。また被災時期としては北海道発貨物の取扱量が最も多い１０月とした。利用交通機関は原則として統計に基づくものとし、海上輸送の場合、北海道内ではそれぞれの出発地から最も近い港湾を選択、その港湾から目的地まで最短所要時間で到達できる経路を利用するとした。さらに被災時には被災交通施設を使用する全路線が運休するものとし、その他の経路

における臨時便や新規路線の設定はないものとした。
以上の仮定に基づき、次の分析を行った。

- ① 通常時の利用経路を決定し、そのときの所要時間を計測する
- ② 被災交通施設を利用するか否かに関わらず、全ての貨物の利用経路を最短経路探索により再度決定し、①同様に所要時間を計測する
- ③ 通常時と異なる経路で輸送された貨物を迂回貨物として、その量を計測する

この分析では Dijkstra 法により最短経路を決定した。

b) 通常時の貨物流動

通常の経路が確保されているとき、北海道からの貨物を全て運搬するのに要した時間は表－2の通りである。このとき、道内の都市から出荷された貨物はそこから最も時間距離の小さい港湾から移出されるとした本モデルの仮定により、出荷量の多い地域に近い小樽港及び釧路港はその容量を超えている。

表－2 通常時平均所要時間（単位：分／トン）

着 発	東北	関東	北信越	東海 中京	近畿	中国 四国	九州
道央北部	1518	1533	1507	1577	1613	1818	2024
道央南部	692	929	866	1208	1306	1518	1724
道南	427	664	601	943	1041	1253	632
道東北部	1563	1701	1692	1960	2087	2300	2506
道東南部	1496	1611	1625	1869	1996	2209	2415
道北南部	1551	1611	1493	1655	1760	1963	2101
道北北部	1824	1839	1813	1883	1919	2124	2330

c) 仮想被災時の貨物流動

苫小牧港・苫小牧東港が被災したとき、北海道からの貨物輸送所要時間は表－3の通りである。

表－3 被災時平均所要時間（単位：分／トン）

着 発	東北	北信越	関東	東海 中京	近畿	中国 四国	九州
道央北部	1423	1467	1339	1479	1503	1708	1914
道央南部	784	986	908	1238	1334	1546	1752
道南	418	655	592	934	1032	1244	628
道東北部	1373	1480	1532	1733	1844	2056	2262
道東南部	1306	1392	1465	1643	1754	1966	2172
道北南部	1466	1545	1374	1557	1605	1807	1992
道北北部	1704	1773	1645	1785	1808	2014	2220

2 港湾被災時の道内発貨物は表－4にある通り JR 貨物による鉄道輸送と被災していない他港湾を利用した航路を用いて移出される。小樽港・釧路港はさらなる迂回輸送を受け入れることができないため迂回量が 0 という結果になっている。

今回は単位の換算係数を用いて、海上輸送されていたものを鉄道輸送に代替させる量を決定した。この係数は公表値がないため資料から試算した。

表－4 貨物取扱量と被災時迂回量（北海道発）

	通常時	被災時	迂回量
釧路港	234	234	0
苫小牧東港	151		
苫小牧港	921		
室蘭港	0	443	443
函館港	188	733	545
小樽港	452	452	0
JR貨物	89	94	5

単位：百トン／日（港湾は換算トンベース）

d) 分析結果

苫小牧港及び苫小牧東港が被災し、利用できなくなった場合においても、鉄道や他港湾を利用している航路を用いた輸送が可能であり、これらの輸送で北海道発の貨物が滞ることなく本州方面へ移出できることが分かった。また被災港湾に就航していた船舶の他港湾への振替、あるいは臨時便設定による輸送力強化が可能であり、分析した値以上の輸送力が確保可能であると考えられる。

一方所要時間の比較から、被災時は通常時より北海道発貨物の全量平均で 66 分遅くなると算出された。

なお、以上の分析においては港湾荷役施設の整備状況やコンテナの異種モード間転移上の問題等を考慮していない。

6. おわりに

本研究では北海道一本州間の物流網において、所要時間のみを考慮したモデル分析を行い、苫小牧周辺域が被災した場合の影響を計測した。

今回のモデルは、輸送量等を通常繁忙期の状態として一定であるとして評価をしたが、実際には 2 章で述べた通り輸送量の変化のみならず、災害情報を受けた企業は被害軽減のために的確に対応している。今後は災害情報が輸送量等に与える影響について要因の整理を行い、発表時に紹介する。

参考文献

- 1) 国土庁 計画・整備局 総合交通課：「交通システムの信頼性向上に関する調査-調査報告書-」，pp.85-88，平成 8 年
- 2) (社)寒地港湾技術研究センター：「北海道の港湾空港 1999」，平成 11 年
- 3) 財団法人北海道陸運協会：「数字でみる北海道の運輸 平成 11 年版」，平成 11 年
- 4) 日本貨物鉄道株式会社北海道支社：「平成 12 年鉄道貨物輸送年報」平成 12 年
- 5) 苫小牧港管理組合：「苫小牧港統計年報」，平成 12 年