

# 地域間産業連関表を用いた鉄道貨物輸送不通時における経済的影響の計測\*

## Economic Influence for Interruption of Freight Transportation Using Inter-regional Input Output Table\*

日野智\*\*・武村譲\*\*\*・岸邦宏\*\*\*\*・東本靖史\*\*\*\*\*・佐藤馨一\*\*\*\*\*

By Satoru HINO\*\*, Joe TAKEMURA\*\*\*, Kunihiro KISHI\*\*\*\*, Yasushi HIGASHIMOTO\*\*\*\*\*, Keiichi SATOH\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

輸送機関の不通は旅客と同時に物流にも影響を及ぼす。特に、鉄道貨物輸送は代替経路確保の困難さ等から、その影響は大きなものといえる。2000(平成13)年春に発生した有珠山噴火災害は約2ヶ月間にわたって北海道と北海道外間を結ぶ鉄道貨物輸送を不通とした。1999(平成12)年11月に発生した礼文浜トンネル崩落事故等の鉄道貨物輸送が不通となる事例は少なくない。

北海道と北海道外間の貨物輸送において、鉄道貨物は輸送重量で約1割を占めるに過ぎない。しかし、北海道の主産業である農水産品の多くを輸送しており、他機関での代替も困難であることが示されている<sup>1)</sup>。そのため、長期間にわたる鉄道貨物輸送の不通がもたらす影響は大きなものといえる。また、貨物輸送の不通は利用者と同時に地域経済全体も被害を受けることとなる。しかし、その被害の大きさについては明らかとされていない。

本研究は地域間産業連関表を用いることにより、貨物輸送の不通が地域産業に及ぼす経済的影響の計測手法を構築した。そして、構築した手法を有珠山噴火災害へと適用したものである。すなわち、有珠山噴火災害時における鉄道貨物輸送量の減少が北海道の地域産業の生産と販売に及ぼした被害額の計測を目的としている。

\*キーワード： 物資流動、整備効果計測法、地域間産業連関表  
\*\* 正会員，博(工)，秋田工業高等専門学校環境都市工学科(秋田市飯島文京町1-1, TEL/FAX 018-847-6071)  
\*\*\* 正会員，修(工)，東日本旅客鉄道(株)(東京都渋谷区代々木2丁目2-6)  
\*\*\*\* 正会員，博(工)，北海道大学大学院工学研究科(札幌市北区北13条西8丁目, TEL 011-706-6864, FAX 011-706-6216)  
\*\*\*\*\* 正会員，修(工)，日本データサービス(株)(札幌市東区北16条東9丁目, TEL 011-780-1111, FAX 011-780-1123)  
\*\*\*\*\*フェロー，工博，北海道大学大学院工学研究科(札幌市北区北13条西8丁目, TEL 011-706-6209, FAX 011-706-6216)

### 2. 有珠山噴火災害と鉄道貨物不通の影響

2000(平成13)年3月31日、有珠山の噴火によってJR室蘭本線の一部が約2ヶ月間にわたって不通となった。同区間は旅客と同時に貨物輸送のJR貨物は約22億円の費用を投じ、函館本線(山線)経由の迂回貨物列車の運行やトラック・船舶による代行輸送を行った(図1)。その結果、不通直後は平常時の約1割程度の輸送力であったものが、平常時の約8割程度に回復するまでに至った<sup>2)</sup>。

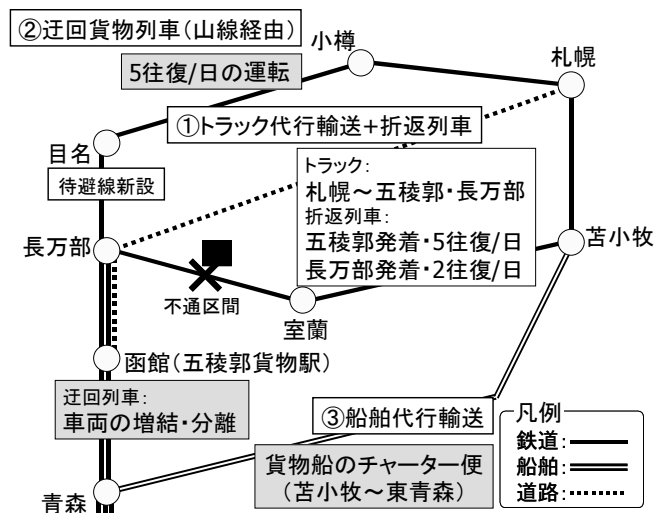


図1 有珠山噴火時における代替輸送経路の概略

鉄道貨物輸送の不通が地域産業にもたらす影響は多様なものが挙げられる。輸送量の減少や輸送時間の増加、輸送機関の変更等によって、鉄道貨物利用者やその取引先には生産・販売の不能や輸送費用の増加、荷傷みの発生等の被害がもたらされることとなる。このうち、輸送量の減少による生産・販売の不能は輸送機関としての本来の目的を果たしていない重大な被害といえ、利用者や取引先に与える被害も大きなものと考えられる。そのため、本研究は輸送量の減少が地域経済に及ぼす影響に着目し、定量的な把握を試みる。

### 3. 地域間産業連関表による経済的影響の計測

#### (1) 地域間産業連関表を用いた経済的影響の計測

本研究は鉄道貨物の輸送量減少が地域の生産・販売活動に及ぼした影響に着目し、その被害額を計測する。計測方法のフローを図2に示す。

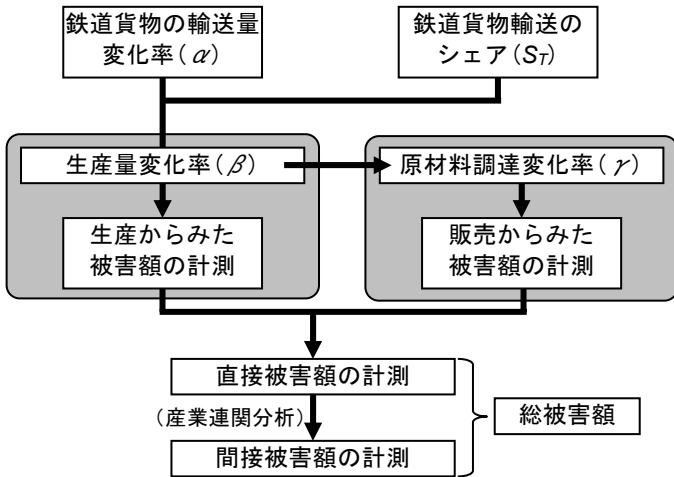


図2 本研究における経済的影響の計測方法

鉄道貨物輸送量の減少を表現する輸送量変化率  $\alpha$  と鉄道貨物輸送のシェア  $S_T$  から、各産業の生産・販売が受けた被害額を計測する。輸送量減少から商品が生産・販売不能となったことによる影響を計測するためには、輸送品目と各産業との取引状況を把握する必要がある。そのため、本研究では平成7年9地域間非競争移入型産業連関表<sup>3)</sup>を用いる。この地域間産業連関表は全国表を基に制作されたものであり、全国を9地域に分割して地域内と地域間の産業間の流れを一覧表にまとめたものである。本研究は北海道～本州間の鉄道貨物輸送量に着目し、経済的影響を計測するものである。そのため、地域間産業連関表における北海道以外の地域を「道外」に統合し、「北海道」と「道外」の2地域間産業連関表を作成した(表1)。

表1 統合した地域間産業連関分析表の概念

		中間需要				最終需要		輸出	輸入	総生産
		北海道		道外		北海道	道外			
		産業1	産業2	産業1	産業2					
北海道	産業1	$x_{11}^{11}$	$x_{12}^{11}$	$x_{11}^{12}$	$x_{12}^{12}$	$F_1^{11}$	$F_1^{12}$	$E_1^1$	$M_1^1$	$X_1^1$
	産業2	$x_{21}^{11}$	$x_{22}^{11}$	$x_{21}^{12}$	$x_{22}^{12}$	$F_2^{11}$	$F_2^{12}$	$E_2^1$	$M_2^1$	$X_2^1$
道外	産業1	$x_{11}^{21}$	$x_{12}^{21}$	$x_{11}^{22}$	$x_{12}^{22}$	$F_1^{21}$	$F_1^{22}$	$E_1^2$	$M_1^2$	$X_1^2$
	産業2	$x_{21}^{21}$	$x_{22}^{21}$	$x_{21}^{22}$	$x_{22}^{22}$	$F_2^{21}$	$F_2^{22}$	$E_2^2$	$M_2^2$	$X_2^2$
	付加価値	$V_1^1$	$V_2^1$	$V_1^2$	$V_2^2$					$V$
	総投入	$X_1^1$	$X_2^1$	$X_1^2$	$X_2^2$	$F^1$	$F^2$	$E$	$M$	

#### (2) 鉄道貨物輸送量の推計

鉄道貨物不通時に減少した輸送量を輸送量変化率  $\alpha_i^{rs}$  によって表現する。有珠山噴火災害時には船舶等による代行輸送が行われていたため、代行輸送量も鉄道貨物輸送量に含めている。

$$\alpha_i^{rs} = \frac{Q_{Si}^{rs} + Q_{Oi}^{rs}}{Q_i^{rs}} \quad (1)$$

$Q_i^{rs}$ : 平常時のr地域からs地域へのi産業の鉄道貨物輸送量

$Q_{Si}^{rs}$ : 不通時のr地域からs地域へのi産業の鉄道貨物輸送量

$Q_{Oi}^{rs}$ : 不通時のr地域からs地域へのi産業の代行輸送量

本研究では年度単位で輸送量変化率を求める。品目によっては災害発生時に輸送を一時的に見合わせ、復旧後に輸送を行うことが可能である。年度単位の輸送量変化率を求めることにより、復旧後まで輸送を待機した品目や産業を経済的影響の計測から除くことができる。また、平常時における輸送量は各年度で大きく変化している。そのため、時系列による回帰分析を行い、平常時の輸送量を推計する。

### 4. 生産と販売に着目した経済的影響の計測

#### (1) 生産量変化率と原材料調達量変化率

輸送量変化率  $\alpha$  と鉄道貨物輸送のシェア  $S_T$  から、生産量変化率  $\beta$  と原材料調達量変化率  $\gamma$  を定義する。産業連関表の概念に従い、i産業からj産業への取引額  $x_{ij}^{rs}$  を考える。平常時における  $x_{ij}^{rs}$  は鉄道貨物輸送による取引とフェリーや船舶等の他機関輸送による取引にわけることができ、(2)式で表される。

$$x_{ij}^{rs} = S_{Ti}^{rs} x_{ij}^{rs} + (1 - S_{Ti}^{rs}) x_{ij}^{rs} \quad (2)$$

鉄道貨物不通時における取引額  $x_{Sij}^{rs}$  は鉄道貨物輸送による取引が  $\alpha_i^{rs}$  の割合で減少する((3)式)。ここで、鉄道貨物輸送不通時における生産量の変化率を意味する  $\beta_i^{rs}$  を生産量変化率と定義する。

$$\begin{aligned} x_{Sij}^{rs} &= \alpha_i^{rs} S_{Ti}^{rs} x_{ij}^{rs} + (1 - S_{Ti}^{rs}) x_{ij}^{rs} \\ &= \{1 - (1 - \alpha_i^{rs}) S_{Ti}^{rs}\} x_{ij}^{rs} \\ &= \beta_i^{rs} \cdot x_{ij}^{rs} \end{aligned} \quad (3)$$

一方、産業連関表における費用構成(縦方向)を考える。費用構成は北海道内と道外のものにわけることができ、(4)式で表される。また、鉄道貨物輸送不通時における産業全体の移入取引額は生産量変化率

$\beta$ から(5)式で表される。

$$x_{ij}^s = x_{ij}^{1s} + x_{ij}^{2s} \quad (4)$$

$$x_{sij}^s = x_{ij}^{1s} + \beta_i^{rs} \cdot x_{ij}^{2s} \quad (5)$$

(4)・(5)式から、鉄道貨物輸送不通時におけるある生産品に対する原材料の調達量の変化率を意味する原材料調達量変化率 $\gamma_{ij}^s$ は(6)式で表される。

$$\gamma_{ij}^s = \frac{x_{ij}^{1s} + \beta_i^{rs} \cdot x_{ij}^{2s}}{x_{ij}^s} \quad (6)$$

## (2) 生産に着目した経済的影響の計測

移入量の減少が生産活動に影響を及ぼすこととなる。生産活動における経済的影響は産業の種類毎に大きく異なる。そのため、本研究は以下の3つのケースについて経済的影響を計測する。

### ① 製造業に対する経済的影響

北海道への移入がなされない場合、生産品の原材料調達が不可能となる。すなわち、商品製造ができないことによる被害が生じる。この場合、産業連関表における費用構成から生産量減少による被害額が求められる。 $j$ 産業における各産業からの原材料の購入比率構成が不変と仮定し、生産減少額は原材料調達量変化率 $\gamma$ が最小となる産業(品目)に依存すると考える。その際、 $j$ 産業の被害額はレオンチェフ型生産関数の概念から(7)式で表される。

$$\Delta XI_j^1 = X_j^1 \{1 - \min(\gamma_{1j}^{21}, \gamma_{2j}^{21}, \dots, \gamma_{nj}^{21})\} \quad (7)$$

$\Delta XI_j^1$ : 移入量減少による $j$ 産業の被害額

### ② 商業に対する経済的影響

商業は移入された品目を販売する活動を行っている。すなわち、輸送量が減少した場合、その分の販売量も減少することとなる。そのため、 $j$ 産業の被害額は(8)式で表される。

$$\Delta XI_j^1 = \sum_i (1 - \gamma_{ij}^1) x_{ij}^1 \quad (8)$$

### ③ サービス業に対する経済的影響

サービス業は移入される品目を原材料とする生産や移入される品目の販売等の活動は行わない。すなわち、直接的な影響を受けないため、被害額は(9)式で表される。

$$\Delta XI_j^1 = 0 \quad (9)$$

## (3) 販売に着目した経済的影響の計測

北海道からの移出がなされない場合、生産品を北海道外の地域への販売ができない。この場合、産業連関表における販路構成から販売量減少による被害額が求められる。 $i$ 産業の各産業への販売比率の構成が不変と仮定すると、鉄道貨物輸送不通時の被害額は生産量変化率 $\alpha$ に比例し、(10)式で表される。

$$\Delta XE_i^1 = (1 - \beta_i^{12}) (\sum_j x_{ij}^{12} + F_i^{12}) \quad (10)$$

$\Delta XE_i^1$ : 移出量減少による $i$ 産業の被害額

移入量減少によって生産量が減少した場合、減少した生産量と同様に販売量も減少する。すなわち、(10)式で表される被害額には移入量減少に伴う被害額も含まれている。そのため、移入量減少による影響を考慮した被害額は(11)式で表される。

$$\Delta XE_i^1 = \Delta XE_i^1 - \Delta XI_j^1 \geq 0 \quad (i = j) \quad (11)$$

$\Delta XE_i^1$ : 移入障害を考慮した $i$ 産業の被害額

## 5. 有珠山噴火災害時における経済的影響

### (1) 直接被害額の算出

上記の手法に基づき、有珠山噴火災害時における経済的影響を計測する。計測される被害額は鉄道貨物利用者にもたらされる直接的な被害額といえる。

有珠山噴火災害時の直接被害額を算出した結果を

表2 移入量減少による被害額(百万円)

	輸送 変化率	鉄道 シェア	最小 調達 変化率	直接 被害額
農業	1.000	0.142	0.998	3,161
林業	1.000	0.334	0.996	747
漁業	1.000	0.015	0.996	1,246
鉱業	0.992	0.007	1.000	33
食料品・たばこ	0.931	0.277	0.996	11,136
繊維製品	1.000	0.844	0.996	381
家具・装備品	0.000	0.000	1.000	28
製紙業	1.000	0.348	0.996	3,999
化学製品	1.000	0.241	0.992	1,095
石油・石炭製品	0.589	0.001	0.995	2,610
窯業・土石製品	1.000	0.070	0.994	1,924
鉄鋼製品	1.000	0.007	1.000	37
非鉄金属製品	1.000	1.000	1.000	1
金属製品	0.000	0.000	1.000	70
機械	1.000	0.029	1.000	160
その他の工業品	1.000	0.234	0.998	898
建築・建設補修			1.000	487
公共事業			1.000	374
その他の土木建設			1.000	86
商業			0.991	13
合計				28,484

表3 移出量減少による被害額(百万円)

	輸送 変化率	鉄道 シェア	生産 変化率	間接 被害額
農業	0.937	0.409	0.974	15,741
林業	0.999	0.298	1.000	0
漁業	1.000	0.028	1.000	0
鉱業	1.000	0.003	1.000	0
食料品・たばこ	0.975	0.181	0.995	0
繊維製品	0.538	1.000	0.538	4,697
家具・装備品	0.000	0.000	1.000	0
製紙業	1.000	0.070	1.000	0
化学製品	0.908	0.276	0.975	0
石油・石炭製品	1.000	0.000	1.000	0
窯業・土石製品	0.907	0.009	0.999	0
鉄鋼製品	1.000	0.000	1.000	0
非鉄金属製品	0.506	0.350	0.845	587
金属製品	0.000	0.000	1.000	0
機械	1.000	0.035	1.000	0
その他の工業品	1.000	0.131	1.000	0
合計				21,024

表4 北海道における総被害額(百万円)

	直接被害額	間接被害額	総被害
農業	18,902	6,240	25,142
林業	747	489	1,236
漁業	1,246	1,305	2,551
鉱業	33	543	576
食料品・たばこ	11,136	2793	13,929
繊維製品	5,077	148	5,225
家具・装備品	28	30	58
製紙業	3,999	1,837	5,836
化学製品	1,095	873	1,968
石油・石炭製品	2,610	644	3,254
窯業・土石製品	1,924	255	2,179
鉄鋼製品	37	125	162
非鉄金属製品	588	64	652
金属製品	70	194	264
機械	160	133	293
その他の工業品	898	485	1,383
建築・建設補修	487	342	829
公共事業	374	0	374
その他の土木建設	86	0	86
電力	0	1,031	1,031
ガス・熱供給	0	27	27
水道・廃棄物処理	0	165	165
商業	13	2,196	2,209
金融・保険	0	2,317	2,317
不動産	0	364	364
運輸	0	1,713	1,713
通信・放送	0	277	277
公務	0	43	43
教育・研究	0	427	427
医療・保険・社会保障	0	0	0
その他の公共サービス	0	66	66
対事業所サービス	0	2,263	2,263
対個人サービス	0	38	38
その他	0	712	712
合計	49,508	28,139	77,647

表2と表3に示す。鉄道貨物輸送による移入量が減少した結果、「食料品・たばこ」産業における被害が大きいのであったことがわかる。また、移出量が減少した結果、「農業」に大きな被害が生じている。すなわち、鉄道貨物輸送の不通が北海道の主産業である農業に大きな影響を及ぼしたものと見える。

## (2) 間接被害額の算出

鉄道貨物輸送不通の影響は輸送品を生産・販売する産業だけではなく、その取引先にも影響が及ぶ。鉄道貨物輸送の不通によって、負の最終需要(直接被害額)が発生したものと考え、産業連関分析による間接被害額を求めた。

産業連関分析から求められた間接被害額、直接被害額と間接被害額を合計した総被害額を表4に示す。有珠山噴火災害によって鉄道貨物輸送が不通となった結果、北海道全体で約500億円の直接被害が生じ、波及効果を含めた総被害額は約780億円となった。平成7年地域間産業連関表による北海道の総生産額は約50兆円であり、総被害額は0.2%にあたる。

産業別に被害額をみると、「農業」と「食料品・たばこ」が突出しており、これらの産業の被害額が全体の約半分を占めている。

## 6. おわりに

本研究は鉄道貨物輸送不通時の輸送量に着目し、地域間産業連関表を活用した経済的影響の計測手法を構築したものである。構築した手法を有珠山噴火災害へと適用した結果、北海道に約780億円の経済的被害が生じていたことを明らかとした。ただし、この被害額はJR貨物が代行輸送を行った際のものであり、JR貨物が代行輸送等の処置を行わなかった場合は被害額がさらに大きくなった可能性がある。

本研究は有珠山噴火災害を対象としたが、災害以外にも北海道～本州間の鉄道貨物輸送が不通となる様々なケースが想定される。その一つとして、北海道新幹線の建設や供用時が挙げられる。この場合、青函トンネルにおける輸送容量が制約されることが考えられ、鉄道貨物輸送不通と同様の影響をもたらされることが予想される。すなわち、北海道新幹線の実現のためには、旅客輸送と同時に貨物輸送のあり方を考慮することも必要である。

## 参考文献

- 1) 日野智・岸邦宏・千葉博正・佐藤馨一：北海道・本州間における鉄道貨物輸送の役割とその存続方策に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol.17, pp.827-834、2000
- 2) 北海道旅客鉄道(株)編：有珠山噴火 鉄道輸送の挑戦、北海道旅客鉄道(株)、2001
- 3) (財)経済産業調査会：平成7年地域間産業連関表、2001