

北海道発着貨物のグリーン物流戦略

長谷川裕修（室蘭工業大学）¹
藤井 勝（室蘭工業大学）
有村 幹治（(株) ドーコン）
田村 亨（室蘭工業大学）

要旨

北海道発着貨物の将来を考え、北海道内輸送を鉄道へモーダルシフトする戦略を検討する。具体的には、1) モーダルシフトに対する課題をヒアリング調査より明らかにし、2) 苫小牧港経由の物流ルートをケーススタディとして、モード選択の違いによる輸送コスト、CO₂排出量の面から、輸送モードの転換可能性を検討するとともに、3) 今後増加が予想される国際物流の高度化に対応した輸送のあり方を提言する。

Key Words: グリーン物流、モーダルシフト、国際物流ネットワーク

1. はじめに

2005年2月16日に発効した『京都議定書』により、我が国は2012年までに二酸化炭素排出量を1990年比で6%削減をする必要がある。この対策の中で、運輸部門の達成が一番難しいとされている。我が国では、2004年のCO₂総排出量が約12.6億tあり、運輸部門はその20%、物流のシェアは運輸部門の3割を越えているが、物流部門からの排出量削減策としては、例えばトラックから大量輸送機関である海運・鉄道に転換する『モーダルシフト』が有効となる。国土交通省では、2002年度から2004年度まで『環境負荷の小さい物流体系の構築を目指す実証実験』を実施し、2005年度からは社団法人日本ロジスティクスシステム協会、社団法人日本物流団体連合会、経済産業省、社団法人日本経済団体連合会とともに『グリーン物流パートナーシップ会議』を開催し、モーダルシフト促進に取り組んでいる。

一方、北海道は、主要4島で唯一他県と道路で繋がっていない地域であり、移出入の際には海運・鉄道に依存せざるをえない。したがって北海道～道外へは全量がモーダルシフトを達成しているともいえる。その一方で、北海道内の輸送は、トラックに大きく依存している。このため、環境問題、労働力不足、冬期間の輸送障害、リダンダンシー等の面で問題を抱え

¹ 問合せ先。〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1 室蘭工業大学大学院 工学研究科 博士後期課程 建設工学専攻 長谷川裕修。Email: s1121071@mmm.muroran-it.ac.jp。

ている。また、東京などを經由しない東アジアへの物流の高度化がいわれ、量的に少ないものの、国際物流における北海道内輸送の対応が必要とされている。

そこで本研究の目的は、北海道内の貨物輸送を鉄道へモーダルシフトする戦略を検討することである。具体的には、1) モーダルシフトに対する課題をヒアリング調査より明らかにし、2) 苫小牧港経由の物流ルートをケーススタディとして、モード選択の違いによる輸送コスト、CO₂排出量の面から、輸送モードの転換可能性を検討するとともに、3) 今後増加が予想される国際物流の高度化に対応した輸送のあり方を提言する。

2. 国内輸送における鉄道へのモーダルシフトの可能性

2.1 既存研究

苦瀬・鶴田・松尾・永岩(2002)はフェリー航路を対象として、その歴史的意義に始まり、他モードとの機関分担モデル構築、フェリーへのモーダルシフトによる環境への影響の分析に至る広範な分析を行っている。その結果、モーダルシフト促進にはフェリー航路のサービスレベル向上よりも、トラック輸送に対する規制の実施のほうが有効であり、更に単にモーダルシフトを実施しただけでは、環境改善効果を得られるとは限らないとの知見を得ている。今後、鉄道においても同様のアプローチからの研究蓄積が求められると思われる。

2.2 ヒアリング調査

2.2.1 ヒアリング調査概要

2004年10月8日～12月3日の間、北海道、関東、及び九州の物流関係企業、機関にヒアリングを行った。本調査の目的は、北海道内における鉄道へのモーダルシフトの可能性について、各機関の意見・意識・取り組み等を集約することである。

2.2.2 ヒアリング結果

本調査の結果、北海道内企業は鉄道へのモーダルシフトに関して否定的な意見が大勢を占めた。なかでも最も多く聞かれた意見は『横持ち』についてであった。『横持ち』とは比較的狭い範囲内で貨物輸送を行うことをいう。本研究では苫小牧港からJR貨物苫小牧駅までトラック輸送を行うことを指す。以下に意見をまとめる。

(1) 北海道内輸送の問題

- ・ 道内の鉄道路線は待避線が整備されていない区間がある。たとえ整備されていたとしても入線可能な車両数(最大で貨車20両)が少なく、今後輸送貨車数を増加出来ない
- ・ 函館本線の池田園トンネルは高さ制限があり、背高コンテナは通過できない
- ・ 大型コンテナを取り扱うことができる駅が少ない
- ・ JR旅客の電車の高速化、運行ダイヤの高密度化があり、これ以上運行本数を増やすことは難しい
- ・ 単線区間での待避線に入りうる車両数が約10両なので、やむを得ず車両数を減らす
- ・ 北海道は広いが経済圏が札幌・旭川なので、それ以外に運ぶ貨物が少ないのが現状

(2) 北海道外輸送の問題

- ・ 青森～中小国、木古内～五稜郭は単線区間であり、通行に制約がある
- ・ 函館～東室蘭間など電化されていない区間もあり、機関車の付替えが必要になる

- ・ 将来的には北海道新幹線が走るので、調整が必要となる

(3) 政策、規格での問題

- ・ 青函トンネルが使用不可能な場合に備えて、平時から鉄道と船舶の連携を進める必要があるが、現状では緊急時の連携のみに留まっている
- ・ 企業経営では、コストの問題が最優先して考えられるため、環境問題は二の次になってしまう場合が多い
- ・ 鉄道と船舶ではコンテナ規格が異なり、鉄道用の 12ft コンテナは船舶に積みにくく、船舶用の 40ft コンテナを輸送できる JR の貨車も少ない

(4) 横持ちについての問題

- ・ JR 貨物苫小牧駅へ行くため、交通量の多い道道 259 号(上厚真苫小牧線)を通過しなくてはならない
- ・ 以前は苫小牧港に引込み線が存在したが、現在は廃止されており、再敷設は困難である
- ・ 苫小牧港から JR 貨物駅まで約 2 km の横持ち距離に対し、時間と費用をかけて JR に載せ換える必要性が見出せない

2.3 北海道内輸送のモーダルシフト可能性

2.3.1 北海道の現状

北海道は道内輸送の 9 割以上をトラックに依存している。このため、環境問題、労働力不足問題、ドライバーの高齢化、冬期間の輸送障害、リダンダンシーの確保、原油の高騰など、様々な問題を抱えているのが現状である。

2.3.2 モード別輸送コストの比較

本研究で対象とする苫小牧港は、総取扱貨物量で 1 億トン（2003 年度）を超え、北海道貨物量の 45%を扱っている。2005 年度の貨物量は、移入が 4,500 万トン、移出が 4,200 万トンと移入・移出量がほぼ均衡している。3 章で述べる海外輸送に関しては、輸入が 2,000 万トンであるのに対し輸出が 95 万トンと少なく、入超となり、空コンテナを相手国に返送するという状況が続いている。

本研究では、苫小牧港発貨物のモード選択により、北海道で最も問題視されている横持ちの有無が、コストにどの程度影響を与えるか算出する。計算対象の貨物は 20ft コンテナ 1 個とし、貨物内容は時間価値を考慮しなくても差支えない日用品とする。コンテナは満載で、その重量は 10t と仮定した。苫小牧港へ着岸した貨物の輸送にかかるコストを、以下の 3 パターンの輸送ルートについて計算した（図 1）。

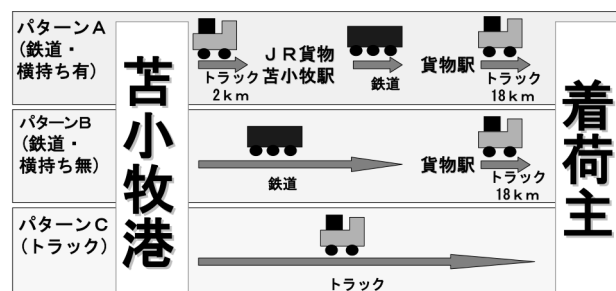


図 1 北海道内輸送ルートの仮定

なお、輸送は苫小牧港より北海道内の全貨物駅（鉄道輸送）、全市(トラック輸送)までを対象とした。それぞれの間の輸送距離は国土交通省が開発した NAVINET(総合交通体系分析システム)により算出した。ただし、各貨物駅から着荷主までは 18km とする。

パターン A：鉄道・横持ち有（苫小牧港から JR 貨物苫小牧駅まで鉄道利用運送事業者による横持ち輸送、JR 貨物苫小牧駅から各貨物駅まで鉄道輸送、各貨物駅から着荷主まで鉄道利用運送事業者による輸送を行う）

パターン B：鉄道・横持ち無（苫小牧港から各貨物駅まで鉄道輸送、各貨物駅から着荷主まで鉄道利用運送事業者による輸送を行う）

パターン C：トラック（苫小牧港から着荷主までトラック輸送を行う）

（1）コスト算出原単位

船から鉄道・トラックへの積み替えは、港湾荷役料金表より 10,090 円とした。

鉄道利用運送事業者による横持ち及び各貨物駅から着荷主までの輸送コスト算出は表 1 に示す原単位を、鉄道輸送コスト算出は表 2 に示す原単位をそれぞれ用いた²。

表 1 集荷付きまたは配達付き貨物の料金（鉄道利用運送事業者の料金）

	10t(20ft)コンテナ		
	東京都区内及び大阪府内に所在する駅	政令指定都市(大阪市除く)に所在する駅	その他に所在する駅
10kmまで	21,030 円	19,170 円	17,970 円
20kmまで	25,830 円	23,970 円	22,770 円
30kmまで	30,630 円	28,770 円	27,570 円
40kmまで	35,430 円	33,570 円	32,370 円
50kmまで	40,230 円	38,370 円	37,170 円
60kmまで	44,050 円	42,190 円	40,990 円
70kmまで	47,870 円	46,010 円	44,810 円
80kmまで	51,690 円	49,830 円	48,630 円
90kmまで	55,510 円	53,650 円	52,450 円
100kmまで	59,330 円	57,470 円	56,270 円
101kmから	10kmまでを増すごとに2,830円		

表 2 トンキロ当たり鉄道輸送運賃

キロ程	賃率	キロ程	賃率	キロ程	賃率	キロ程	賃率
キロメートルまで	円	キロメートルまで	円	キロメートルまで	円	キロメートルまで	円
25	1,341	375	4,920	950	9,917	2300	21,108
50	1,718	400	5,143	1000	10,331	2400	21,937
75	2,094	425	5,336	1100	11,160	2500	22,766
100	2,470	450	5,589	1200	11,989	2600	23,595
125	2,693	475	5,811	1300	12,818	2700	24,424
150	2,916	500	6,034	1400	13,647	2800	25,253
175	3,138	550	6,480	1500	14,476	2900	26,082
200	3,361	600	6,925	1600	15,305	3000	26,911
225	3,584	650	7,362	1700	16,134	以上	
250	3,807	700	7,799	1800	16,963	100kmを	
275	4,029	750	8,236	1900	17,792	増すごと	829
300	4,252	800	8,673	2000	18,621	に	
325	4,475	850	9,088	2100	19,450		
350	4,698	900	9,502	2200	20,279		

² JR 貨物営業案内 2002 による。

トラック輸送コストの算出は表3に示す原単位を用いて行った³。

表3 10tトラック輸送コスト

輸送距離 運賃(円/台)	10km	20km	30km	40km	50km	60km
		18,145	21,520	24,775	27,800	30,860
輸送距離 運賃(円/台)	70km	80km	90km	100km	110km	120km
	33,840	36,545	39,280	42,140	44,470	46,670
輸送距離 運賃(円/台)	130km	140km	150km	160km	170km	180km
	48,500	50,325	52,230	54,255	56,255	58,290
輸送距離 運賃(円/台)	190km	200km	200kmを超え500km まで20km増すごとに	500kmを超え50km増 すごとに		
	60,305	62,340		3,365		8,390

(2) 輸送コスト式の算定

輸送パターン毎に算定したコスト C (円) を目的変数に、輸送距離 D (km) を説明変数として回帰式を求めた。パターンAの輸送コスト式を(1)式に、パターンBの輸送コスト式を(2)式に、パターンCの輸送コスト式を(3)式に示す。なお、式中の括弧内は決定係数を表す。

$$C = 93.889D + 66636 \quad (R^2 = 0.9954) \quad (1)$$

$$C = 93.133D + 48710 \quad (R^2 = 0.9955) \quad (2)$$

$$C = 194.380D + 32158 \quad (R^2 = 0.9879) \quad (3)$$

(3) 輸送コストの比較

鉄道輸送(横持ち有り、無し)とトラック輸送のコスト差 $\Delta C_{Hokkaido}$ を求めた。結果を以下に示す。

- ・横持ち費用を考慮した場合【(3)式 - (1)式】

$$\Delta C_{Hokkaido} = 101.720D - 34821 \quad (4)$$

- ・横持ち費用を考慮しない場合【(3)式 - (2)式】

$$\Delta C_{Hokkaido} = 100.490D - 16478 \quad (5)$$

図2は縦軸に輸送コスト差 $\Delta C_{Hokkaido}$ (円)、横軸に輸送距離 D (km) として(4)式、(5)式をプロットしたものである。これより、横持ちが発生している現状では、342km以上の輸送距離において鉄道が低コストとなっていることが明らかとなった。また、引込み線の敷設により横持ちが解消されれば、164km以上の輸送距離で鉄道が低コストとなることも明らかとなった。

³原価計算書等の添付を省略できる範囲について、運輸省通達、1999による。

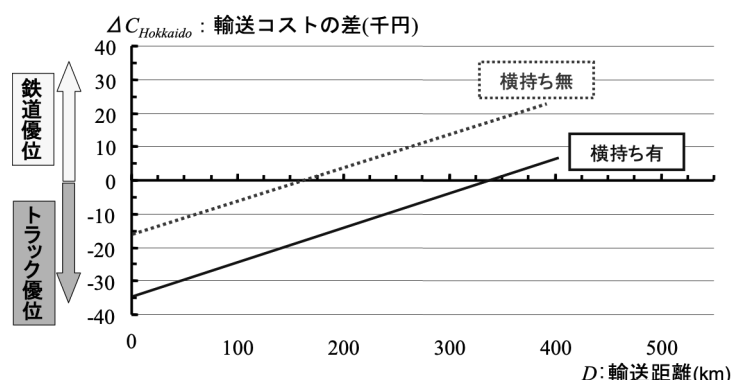


図2 北海道内輸送コストの比較

2.4 北海道外輸送のモーダルシフト可能性

2.4.1 北海道外輸送の現状

北海道は唯一他県と道路で繋がっていない地域であり、道外への輸送はほぼモーダルシフトを達成しているといえる。しかし半数以上を船舶に頼っており、定時性、即日配達などの柔軟な輸送を確保するためにも鉄道輸送へ転換の検討が必要である。

2.4.2 モード別輸送コストの比較

道内輸送と同様に、計算対象の貨物は20ftコンテナ1個とし、貨物内容は時間価値を考慮しなくても差支えない日用品とする。コンテナは満載で、その重量は10tと仮定した。

苫小牧港へ着岸した貨物の輸送にかかるコストを、以下の3パターンの輸送ルートについて計算した(図3)。なお、輸送は盛岡・秋田・仙台・新潟・東京・長野・名古屋・福井・京都・大阪・山口・鹿児島各市までを対象とした。

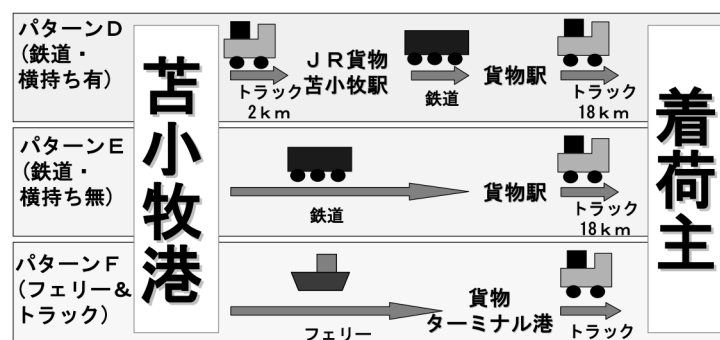


図3 北海道外輸送ルートの仮定

パターン D：鉄道・横持ち有（苫小牧港から JR 貨物苫小牧駅まで鉄道利用運送事業者による横持ち輸送、JR 貨物苫小牧駅から各貨物駅まで鉄道輸送、各貨物駅から着荷主まで鉄道利用運送事業者による輸送を行う）

パターン E：鉄道・横持ち無（苫小牧港から各貨物駅まで鉄道輸送、各貨物駅から着荷主まで鉄道利用運送事業者による輸送を行う）

パターン F：フェリー&トラック（苫小牧港から各貨物ターミナル港までフェリー輸送、各

貨物ターミナル港から着荷主までトラック輸送を行う)

(1) コスト算出原単位

苫小牧港に就航しているフェリー航路は2006年現在、八戸・秋田・仙台・新潟・大洗・東京・敦賀・名古屋の8航路である。これらの航送運賃(12mトラック)は、本来であれば実運賃を用いるべきではあるが、本研究ではデータ制約から(6)に示す近似式を用いた。(6)式は、北海道と道外を結ぶ12航路⁴のフェリーの航送運賃 *Fare* (円)を目的変数、航路距離 *Dist* (km)を説明変数として求めた回帰式である。式中の括弧内は決定係数を表す。

$$Fare = 95.199Dist + 35611 \quad (R^2 = 0.8954) \quad (6)$$

なお、船から鉄道・トラックへの積み替えコスト、鉄道利用運送事業者による横持ち及び各貨物駅から着荷主までの輸送コスト、鉄道輸送コストは道内輸送と同じ原単位を用いた。

(2) 輸送コスト式の算定

輸送パターン毎に算定したコスト *C* (円)を目的変数に、輸送距離 *D* (km)を説明変数として回帰式を求めた。パターンDの輸送コスト式を(7)式に、パターンEの輸送コスト式を(8)式に、パターンFの輸送コスト式を(9)式に示す。なお、式中の括弧内は決定係数を表す。

$$C = 82.465D + 68271 \quad (R^2 = 0.9863) \quad (7)$$

$$C = 82.540D + 44075 \quad (R^2 = 0.9926) \quad (8)$$

$$C = 117.280D + 39862 \quad (R^2 = 0.8252) \quad (9)$$

(3) 輸送コストの比較

鉄道輸送(横持ち有り、無し)とフェリー&トラック輸送のコスト差 ΔC_{Honshu} を求めた。結果を以下に示す。

- ・横持ち費用を考慮した場合【(9)式 - (7)式】

$$\Delta C_{Honshu} = 34.815D - 28409 \quad (10)$$

- ・横持ち費用を考慮しない場合【(9)式 - (8)式】

$$\Delta C_{Honshu} = 34.740D - 4213 \quad (11)$$

図4は縦軸に輸送コスト差 ΔC_{Honshu} (円)、横軸に輸送距離 *D* (km)として(10)式、(11)式をプロットしたものである。これより、横持ちが発生している現状では、816km以上の輸送距離において鉄道が低コストとなっていることが明らかとなった。また、引込み線の敷設により横持ちが解消されれば、122km以上の輸送距離で鉄道が低コストとなることも明らかとなった。

⁴ 2004年版 海上定期便ガイドより(苫小牧~大間・八戸・仙台、室蘭~直江津・新潟・八戸・青森・大洗、函館~敦賀・青森・東京、小樽~名古屋)。

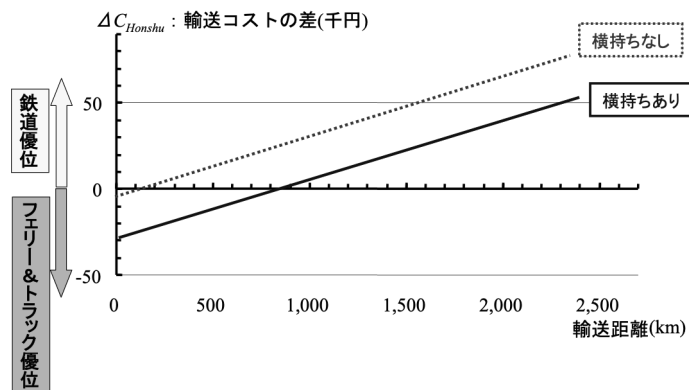


図4 苫小牧港～道外間の輸送コストの差

2.5 輸送モード別 CO₂ 排出量の比較

輸送機関の違いにより、生じる環境負荷(CO₂ 排出量)の相違を算出した。輸送モード別のCO₂ 排出量は表4に示す原単位⁵を用いて算出した。

表4 CO₂ 排出量原単位

輸送機関	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /t·km)
鉄道	21
海運	40
営業用貨物車	178
自家用貨物車	372
航空	1,483

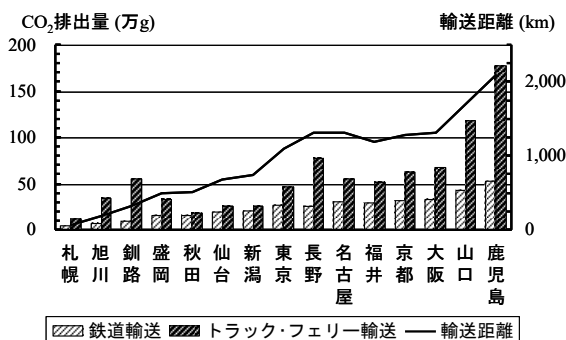


図5 CO₂ 排出量

NAVINET を用いて算出した輸送距離と、表4のCO₂ 排出量原単位を用い各輸送機のCO₂ 排出量を比較した。結果を図5に示す。長距離輸送になると、トラック・フェリーはCO₂ 排出量の増加が顕著である。しかし、鉄道輸送では多少の増加はあるものの、比較的環境負荷は少ない。

2.6 考察

道外への輸送において輸送コストの面からは、一般に言われている『輸送距離が1,000km程度で鉄道のメリットが生じる』ことが確認された。現状では山形(約852km)や新潟(約855km)であれば転換が可能である。一方、道内輸送では、釧路(約320km)や北見(約357km)であれば、現状でも転換が可能である。道外輸送と道内輸送で鉄道がコスト優位となる距離が大きく異なる。この理由としては、鉄道の距離あたり輸送コストと比べたとき、フェリー&トラック輸送では距離あたりコストがそれほど高くない(差は約35円/km)のに対して、トラック輸送では距離あたりコストが高い(差は約100円/km)ためだと考えられる。

CO₂ 排出量では、鉄道輸送が一番小さく、長距離になると、その他の輸送機関との差が顕著になる。内陸に位置する地域、港から遠隔の地域では、トラックの輸送距離が長くなりCO₂

⁵ 平成15年度版 国土交通白書より。

排出量が極端に上昇する。よって、鉄道へのモーダルシフトは物流部門からの CO₂ 排出量削減策として有効な施策であるといえる。

3. 北海道のグリーン物流戦略

本章では、2 章で検討した内容を踏まえて、これからの北海道のグリーン物流戦略を検討する。

3.1 先進事例

九州を国際物流拠点として見た場合、福岡以外の大消費地である東京や関西圏から遠く、決して効率が良いとは言えないが、韓国や中国、台湾などの東アジアへの国々に対して地理的に優位であるとされてきた。輸送時間が短いことは、特に生鮮品の輸送に都合が良い。加えて、九州は温暖な気候や玄界灘、諫早湾などの好漁場が多いことから、豊富な生鮮品を多く抱えている。また、IC 工場、自動車部品工場も多数立地していることもあり、東アジアへ盛んに輸出している。

2003 年 11 月、博多～上海間に上海スーパーエクスプレス(以下、SSE とする)が就航した。同社は RORO 船の導入をはじめとし、リードタイム短縮を図ったサービスを提供している。SSE は、東京～上海間のリードタイムを従来の 10 日間から 4 日間に短縮した (図 9)。

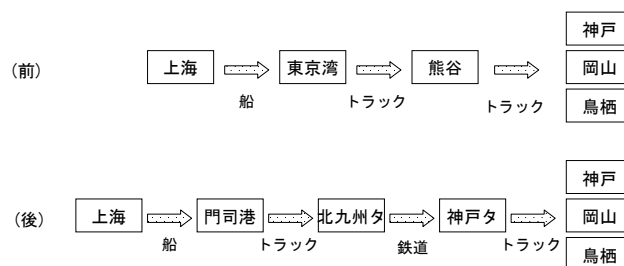


図 9 輸送ネットワークの変化

リードタイムの大幅な短縮が実現した要因として 1) 海運の輸送距離を短縮したことにより、リードタイムを短縮、定時制を確保、2) 即日通関の実施、RORO 船を用いることにより、荷役時間の短縮を図ったことが挙げられる。

また、博多港は国内外の港湾とネットワークがあり、港湾から 10km 圏内には、鉄道、空港、高速道路があり、この立地条件を活用し総合的な一貫輸送形態を作り出した。

輸出入の割合は、輸出 20%、輸入 80%の輸入超過であるため、輸出貨物の発掘を行っている。航空貨物からの移行として電子製品や生鮮野菜などの貨物量を確保しており、また新しいビジネスモデルとして、週末と平日の週 2 便(一隻で)での運航とリードタイム短縮により、販売動向と在庫管理に直結した輸送体系が形作られた。アパレル関係や家電・電子製品などが輸送されている。

この事例の優れた点は、単なるモーダルシフトにとどまらず、新たなビジネスを生み出した点にある。北海道においても、環境面だけでなく、ビジネス面でもメリットのある事例を検討・実施していくことが重要である。

3.2 考察

グリーン物流の観点から北海道の国際輸送を考えると、以下の 2 点が重要であると考えら

れる。

一つは北海道から東アジアへ直行するルートの確保である。九州の SSE のように、苫小牧港から海外への直行 RORO 船就航によって、定時制確保やリードタイム短縮がなされ、環境負荷低減と同時にビジネスチャンスの広がりが期待される。そのためには、現状の農水産物を中心に北海道発貨物の発掘を進め、苫小牧港に集約して片荷問題を解消することが重要である。

他の一つは苫小牧港に荷揚げされた貨物を道内各地に輸送（あるいはその逆）する際の輸送モードの分散化である。2章で述べたように、現状のトラック輸送から鉄道や内航海運へのモーダルシフトを進めることが重要である。

4. おわりに

本研究では以下の4点を明らかにした。

- 1) 苫小牧港～北海道内のトラックと鉄道の輸送コストに輸送モードの違い、横持ちの有無が与える影響を示した。分析の結果、現状では 342km 以上の輸送で鉄道が優位になる。
- 2) 同様に苫小牧港～北海道外のトラック・フェリーと鉄道の輸送コストを示した。現状では 816km 以上の輸送で鉄道が優位になる。山形県(約 852km)や新潟(約 855km)以南の輸送はモード転換の可能性がある。
- 3) 輸送機関の違いによる環境負荷の境界線を示した。輸送距離が長距離になるほど、環境に与える影響の差が顕著に現れた。
- 4) 国際輸送のグリーン物流をネットワークの点から検討した。苫小牧港から東アジアへの直行 RORO 船就航によってビジネスチャンスの拡大が期待される。その際に船舶専用シェアを国内外で共有するための規制緩和などが実施されれば、効果はさらに大きくなると期待される。北海道内の輸出入貨物を苫小牧港に集約する必要から北海道内のグリーン物流化が急がれる。

今後は、国際貨物のマーケティングを行い、国際 RORO 船の実現性を検討することと、その際の北海道内の鉄道ネットワークについてグリーン物流の観点から定量的に検討する。

【謝辞】

本研究の一部には、北海道運輸局「JR 苫小牧駅を中心とした物流拠点の最適化検討委員会」の成果も含まれる。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献・参考資料】

苦瀬・鶴田・松尾・永岩 (2002) 『ロジスティクスの歴史的変化と環境負荷分析に基づくモーダルシフトの可能性について』平成 11～13 年度科学研究費補助金基盤研究 (C) (2) 研究成果報告書 課題番号 11680444.

運輸省 (1999) 「原価計算書等の添付を省略できる範囲について」『運輸省通達』.

海上定期便の会 (2003) 『海上定期便ガイド』2004 年版.

国土交通省編 (2003) 『国土交通白書』平成 15 年版、pp.300.

日本貨物鉄道株式会社 (2002) 『JR 貨物営業案内 2002』 pp.27-33.

野尻 亘 (2005) 『日本の物流 流通近代化と空間構造』古今書院.