輸送品の特性と 貨物車の高速道路利用率との関係

関谷 浩孝¹・上坂 克巳²・小林 正憲³・南部 浩之⁴

¹正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: sekiya-h92tb@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）
E-mail: uesaka-k92d8@nilim.go.jp

³非会員 国土交通省北陸地方整備局（〒949-6101 新潟県南魚沼郡湯沢町大字湯沢1802-5）
元 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室
E-mail: kobayashi-m84bm@hrr.mlit.go.jp

⁴正会員 中央復建コンサルタンツ(株) 交通計画グループ（〒533-0033 大阪市東淀川区東中島4-11-10）
元 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室
E-mail: nambu_h@cfk.co.jp

貨物車の経路選択行動についての既往研究では、所要時間及び費用に加え、道路構造、出発時刻、予測所要時間情報提供の有無等を説明変数とした研究は見られるものの、輸送品の特性に着目した研究は少ない。そこで、本研究では「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」といった輸送品の特性を表す指標と、貨物車の経路選択行動との間に関係があることを実証データを用いて明らかにした。具体的には、物流センサスデータを用い、上記2つの指標それぞれと「高速道路利用の有無」の関係を分析し、冷蔵が必要な品物及び到着時間を指定された品物は、高速道路を利用して輸送される割合が大きいことを示した。

Key Words : freight traffic, route selection, expressway use, logistics

1. はじめに

新鮮な魚を輸送する場合、鮮度が落ちないようなるべく早く目的地に到達できる経路を選択するだろう。到着時間を指定された品物を届ける場合、渋滞に巻き込まれて大幅に遅延する可能性のあるような経路を避けて輸送するだろう。このように、貨物車のドライバーは「輸送品の特性（第2章参照）」を考慮して経路を選択しているはずである。

これまで、貨物輸送に関する種々の指標を所要時間及び費用といった基本的な説明変数に加えた形で経路選択行動のモデル化を試みる研究は数多く行われているものの、上記のような輸送品の特性と経路選択行動との関係に着目した研究はほとんど見られない。例えば、所要時間及び費用以外の指標を用いた貨物車の経路選択行動分析には次の研究がある。秋田ら¹⁾は「出発時刻に関する指標（9時までの出発ダミー）」及び「積載物に関する指標（コンテナ積載無しダミー）」を説明変数とするモデルの構築を行っている。兵藤ら²⁾は「大型車の重量や

高さの制限値緩和区間に関する指標（重さ指定道路ダミー及び高さ指定道路ダミー）」を、中里ら³⁾は「予測所要時間の提供に関する指標（ATIS提供時間（分））」を説明変数とする貨物車の経路選択行動分析を行っている。貨物の品類に着目した経路選択モデルには岡山⁴⁾の研究がある。この研究では「貨物の品類」として「農水産品」「化学工業品」及び「雑工業品」をダミー変数とし、「本四連絡橋」と「フェリー航路利用」の選択行動をモデル化している。しかし、これらの品類区分はあくまで輸送品の種類を表すカテゴリーであり、本研究でいう輸送品の特性を表す指標とは異なる（第2章参照）。

今後、輸送事業者のニーズに対応したきめ細やかな道路施策を検討・立案するために、輸送品の特性も考慮した経路選択モデルを構築し、より実態にあった交通流推計を行うことが望ましい。このようなモデルを構築するに際し、まず、輸送品の特性によって貨物車の経路選択行動が変化することを明らかにしておく必要がある。

そこで、本研究では「輸送品の特性を表す指標」と「貨物車の経路選択行動」との間に関係があることを実

証データを用いて明らかにすることを目的とする。経路選択行動を表す指標には、最も基本的な経路選択の一つである「高速道路利用の有無」を用いる。第2章では本研究における「輸送品の特性」の定義を示す。第3章では個々の「輸送品の特性を表す指標」と「高速道路利用の有無」との関係を分析するための方法を示し、第4章でその方法を用いた分析結果を示す。第5章では複数の「輸送品の特性を表す指標」から高速道路利用率を算定するモデルの推計を通じ、各指標の高速道路利用率への寄与度を示す。

2. 輸送品の特性

ここでは本研究における「輸送品の特性」の定義について整理する。

人がトリップを行う際、速達性、定時性、経済性、安全性、快適性をはじめとする様々な事項を考慮して経路選択を行っており、また、これらの事項のうち何に重きを置くかは人の属性によって異なる。例えば、所得が低く比較的余剰時間のある学生は「経済性」を最も重視し、運転に自信がない高齢者は「安全性」あるいは「快適性」を重視して経路選択を行う傾向があることが想定される。

物流においても同様に、輸送品の性質によって経路選択時に重視する事項が異なると考える。例えば、前章で触れたように冷蔵が必要な品物を輸送する際は「速達性」を、到着時間を指定された品物を輸送する際は「定時性」を、骨董品等の効果で壊れやすい品物を輸送する場合は「安全性」を重視して経路選択を行う傾向があることが想定される。

このように、人流や物流では移動を行う主体の属性や輸送品の性質によって、ある程度「経路選択時に重視すべき事項」を想定することができる。本研究では、このような「重視すべき事項」が想定でき、この観点から分類できる“品物の性質”を「輸送品の特性」と定義する。上記の例では「要冷蔵」「到着時間指定あり」及び「高価でかつ壊れやすい」がそれぞれ輸送品の特性となる。このような特性の品物を輸送する際には、それぞれ「速達性」「定時性」及び「安全性」を重視し、これらが一般道より優れている高速道路を利用する傾向があることが想定される。

なお、前章で示した岡山⁴⁾の経路選択モデルの説明変数に用いた品類区分は、あくまで輸送品の種類を表すカテゴリであり、この区分から「経路選択時に重視する事項」を想定することが難しい。例えば、品類区分の1つである「農水産品」には、冷蔵が必要で「速達性」を重視して輸送されていると想定される「活魚」とともに、

これと性質が全く異なる「もみ」や「いも」が含まれる。つまり、1つの品類の中には「経路選択時に重視する事項」が異なる品物が含まれている。このため、本研究では品類区分やこれより細かい区分の品目についても輸送品の特性として扱っていない。ただし「経路選択時に重視する事項」が同じであると想定できる品目から新たなカテゴリを作成するような場合、このカテゴリは「輸送品の特性」となりうる。

3. 分析方法

(1) 分析に用いた統計資料

分析には、輸送品の特性に関する情報に加え「輸送時の高速道路利用の有無」といった経路に関する情報の両方を有するデータを必要とする。国内では、全国貨物純流動調査（通称、物流センサス）⁵⁾が個々の輸送品及び経路に関する情報を最も詳細に調査した統計資料である。例えば、道路交通センサス⁶⁾では「高速道路利用の有無」や「利用インターチェンジ」については把握することが可能であるものの、輸送品については「品目（36区分）」のみの調査に留まっている。このため、本研究では第8回物流センサスの3日間流動調査の結果を用いて分析を行うこととした。第8回調査では2005年10月の平日3日間に出荷された品物について表-1に示す項目を調査している。また、出荷を行った事業者の業種についても調査しており、表-2に示す53区分で整理されている。物流センサスの概要は付録を参照されたい。

(2) 輸送品の特性を表す指標の選定

出荷品に関する調査項目（表-1）及び出荷事業者の業種区分（表-2）から、分析対象とする輸送品の特性を表す指標を検討した。以下に示す理由から「要冷蔵の有無」

表-1 物流センサスでの出荷品に関する調査項目

調査項目
品類（9区分）
品目（85区分）
出荷重量
出荷時刻
所要時間
輸送費用
輸送手段（12区分）
中継施設
出荷・届先住所
高速道路利用の有無
利用インターチェンジ
コンテナ利用の有無
到着日時指定状況（4区分）
届先場所区分（10区分）

及び「到着時間指定の有無」を分析対象とすることとした。

a) 要冷蔵の有無

魚介類等の要冷蔵品を輸送する際は、短時間での輸送が好ましいため、速達性の高い高速道路の利用率が大きいと考える。特に、冷蔵装置を備えたトラックを使用する際は輸送中にも冷蔵装置の運転費用がかかるため、輸送時間短縮のインセンティブがより大きく働き高速道路利用率が大きくなる傾向があると考えられる。そこで、出荷品に関する調査項目（表-1）及び出荷事業者の業種区分（表-2）から要冷蔵品に該当する品物を抽出することにより以下に示す分析を行うことが可能になると考えた。

分析1：「要冷蔵品を輸送する際の高速道路利用率」と「要冷蔵品以外の品物を輸送する際の高速道路利用率」との差が統計的に有意であることを検証する。

b) 到着時間指定の有無

到着日時を時間単位で指定された品物は配送の遅れが許されないため、より時間信頼性の高い高速道路を利用して輸送されていると考える。また、これを裏付けるものとして2005年に中部地方整備局が行った調査結果がある。この調査では、中部地方の荷主と運送事業者に対し「高速道路を利用する理由」を質問している（有効回答数 266）。調査結果を図-1に示す。「定時性（30%）」が「速達性（50%）」に次いで多い回答となっていた。この結果は、定時性を必要とする輸送を行う際に高速道路を利用する割合が大きくなる傾向があることを示唆している。そこで、出荷品に関する調査項目（表-1）における「到着日時指定状況」から到着時間の指定を受けている品物を抽出することにより以下に示す分析を行うことが可能になると考えた。

分析2：「到着時間を指定された品物を輸送する際の高速道路利用率」と「到着時間を指定されていない品物を輸送する際の高速道路利用率」との差が統計的に有意であることを検証する。

(3) 分析に用いたレコード

物流センサ調査で得られたレコードを整理したものを表-3に示す。ここでいう1レコードは出荷1件を表し、それぞれのレコードは表-1及び表-2に示す項目についての情報を有する。調査では、貨物車のみで輸送される品物について約百万のレコードが得られている（表-3の5行目）¹⁾。まずこの中から「県間輸送」、つまり、県を跨いで輸送される品物についてのレコードを選定した（レコード数 735,226）。「県内輸送」を用いなかったのは、そもそも高速道路利用を不要とする短距離輸送を除外するためである。ここから高速道路利用の有無を判断することが可能な 322,662 のレコードを抽出した

表-2 物流センサにおける出荷事業者の業種区分

産業種類	業種（53区分）
鉱業	金属鉱
	石炭・亜炭鉱業
	原油・天然ガス鉱業
	採石業
	窯業原料用鉱物鉱業
	その他の鉱業
製造業	「鉄工業」等 24 業種
卸売業	「繊維品卸売業」等 16 業種
倉庫業	1・2・3 類倉庫
	野積倉庫
	貯蔵倉庫
	危険品倉庫（建屋）
	危険品倉庫（タンク）
	水面倉庫
	冷蔵倉庫

図-1 高速道路を利用する理由（複数回答）

表-3 物流センサのレコード数
(物流センサデータから作成)

レコード総数	1,126,545	100.0%	
輸出貨物	11,883	1.1%	
国内輸送貨物	1,114,662	98.9%	100.0%
貨物車以外輸送	5,473	0.5%	
貨物車輸送	1,109,189	100.0%	99.5%
県内輸送	329,997	29.8%	
県間輸送	735,226	66.3%	100.0%
高速利用判断不可	412,564	56.1%	
可能	<u>322,662</u>	43.9%	

（表-3 の最下段）。これは県間輸送のレコード数 735,226 の 44%である。つまり、半数以上のレコードでは高速道路利用の有無が「不明」となっている。この理由は、物流センサの調査対象が輸送事業者でなく、詳細な輸送経路を必ずしも把握していない出荷事業者となっているためであると考えられる。

a) 分析1に用いるレコード

分析1を行うためには「要冷蔵品のレコード」と「要冷蔵品以外のレコード」の2つに分ける必要がある。物流センサスでは、輸送品の種類を9品類85品目で整理している。そこでまず、品目名により「活魚」等の要冷蔵品のレコードを抽出しようとした。ところが表4にあるとおり、「活魚」や「冷凍魚」等の要冷蔵品は「乾燥魚」等の要冷蔵品以外の品物とともに「水産品」として整理されている。「冷凍野菜」や「冷凍果物」についても「いも類等」とともに「野菜・果物」として一括りにまとめられている。このため、品目名によって要冷蔵品のレコードと要冷蔵品以外のレコードを区別することができなかった。

出荷事業者の業種区分(表2)の1つに「冷蔵倉庫」がある。そこで本研究では、出荷事業者の業種区分が「冷蔵倉庫」となっているレコード、つまり、冷蔵倉庫から出荷される品物を「要冷蔵品のレコード」と見なすこととした。

出荷事業者の業種区分を「冷蔵倉庫」とするレコードの割合を品別別に表5に示す。この割合は農水産品で最も大きく、30%の品物は冷蔵倉庫から出荷されている。これに対し、他の品類では冷蔵倉庫から出荷されるレコードはほとんど見られない。このため、農水産品12,127レコードを用いて分析を行うこととした。つまり、農水産品で出荷事業者の業種区分を「冷蔵倉庫」とするレコードとそれ以外のレコードを比較し、前者の高速道路利用率の方が後者より大きいことを検証する。

b) 分析2に用いるレコード

物流センサスでは、輸送品の到着日時指定の状況を次の4区分で整理している。

- 0：指定なし
- 1：日単位での指定
- 2：午前・午後単位での指定
- 3：時間単位での指定

「1：日単位での指定」及び「2：午前・午後単位での指定」は「3：時間単位での指定」に比べて求められる定時性の度合いが小さい。このため分析2では、農水産品12,127レコードのうち、到着日時指定状況が「3：時間単位での指定」のレコードと「0：指定なし」のレコード(計4,842レコード)を比較し、前者の高速道路利用率の方が後者より大きいことを検証する。

(4) 輸送距離の影響

図2は、分析対象レコードに占める要冷蔵品のレコードと到着時間指定ありのレコードの割合を輸送距離帯毎に整理したものである¹⁾。到着時間指定ありのレコードの割合は100km未満の近距離帯においては64%、500km以上の長距離帯においては77%で距離帯によって異なる。

表4 物流センサスにおける品目名と内容例
(物流センサスより農水産品の例を示す)

品目名	内容例
麦	大麦, 裸麦, 小麦, らい麦等
米	もみ, 玄米, 精米, 白米
雑穀・豆	とうもろこし, 落花生, 大豆, 小豆等
野菜・果物	冷凍野菜, 冷凍果物, リンゴ, いも類等
羊毛	
水産品	活魚, 冷凍魚, 乾燥魚, 昆布, ワカメ等
綿花	

表5 業種区分が「冷蔵倉庫」のレコード数の割合
(物流センサスデータから作成)

	レコード数		割合 A/(A+B)
	A：冷蔵倉庫	B：他	
農水産品	3,651	8,476	30.1%
林産品	0	1,620	0.0%
鉱産品	1	1,983	0.1%
金属機械品	0	104,071	0.0%
化学工業品	79	77,498	0.1%
軽工業品	3,007	62,810	4.6%
雑工業品	52	52,572	0.1%
排出物	0	908	0.0%
特殊品	20	5,914	0.3%
計	6,810	315,852	2.1%

図2 輸送距離帯毎の要冷蔵品及び時間指定の割合

輸送距離が大きくなると高速道路利用率が大きくなることが一般的に知られている。前節で示した分析を行う際に異なる輸送距離のレコードを一括して扱うと、高速道路利用の有無が「到着時間指定の有無」によるものなのか、「輸送距離の大小」によるものなのか判断できない。このため本研究では、輸送距離を100km毎の距離帯に区分し輸送距離帯毎に分析を行う。

(5) 輸送品の特性以外の要因の影響

ドライバーが貨物輸送時に高速道路を利用するかどうかを判断する際には、輸送品の特性以外の多数の要因が複合的に影響する。例えば、輸送時における高速道路と一般道それぞれの混雑状況や、高速道路へのアクセスのしやすさ等の道路ネットワーク条件が経路選択に大きな影響を与えるだろう。これらの影響を除外して「輸送品の特性」と高速道路利用有無の関係を分析するためには、出荷元・届先住所（OD）及び出荷日時が同一のレコードのみを用いて高速道路利用の有無を比較するという分析手法が考えられる。つまり、同一ODのレコードを分析することにより道路ネットワーク条件による経路選択への影響を除外でき、また出荷日時も同じレコードを分析することにより混雑状況の影響を除外することが可能になる。しかし、この分析を行おうとすると分析対象のレコード数が極端に少なくなり、統計的な精度を確保することが難しくなる。このため本研究では、要冷蔵の有無や到着時間指定の有無によってODや出荷日時に偏りが無い、つまり要冷蔵品が要冷蔵品以外と比較して高速道路を利用しやすい場所から出荷されたり一般道が混雑する時間帯に出荷されたりする傾向はないと仮定し、全レコードを対象に分析を行う。つまり、OD及び出荷日時を同一とするレコードのみを用いた分析は行わない。

4. 分析結果

(1) 分析1「要冷蔵の有無」と高速道路利用率との関係

要冷蔵品（出荷事業者の業種区分を「冷蔵倉庫」とするレコード）と要冷蔵品以外、それぞれの高速道路利用率を輸送距離帯毎に算定した。結果を図-3に示す。500km未満の全ての輸送距離帯において要冷蔵品の高速道路利用率のほうが大きい。続いて、式(1)を用いて有意差検定を行った。

$$t = \frac{P_a - P_b}{\sqrt{P_{average} \times (1 - P_{average}) \times \left(\frac{1}{N_a} + \frac{1}{N_b} \right)}} \quad (1)$$

P_a : 高速道路利用率（要冷蔵品）
 P_b : 高速道路利用率（要冷蔵品以外）
 $P_{average}$: 高速道路利用率（全体）
 N_a : レコード数（要冷蔵品）
 N_b : レコード数（要冷蔵品以外）

結果を表-6に示す。両者の差は、100km以下、100-200km及び400-500kmにおいて0.1%水準で有意、300-400kmにおいて1%水準で有意となった。200-300kmにおいては t 値=0.46で有意とならなかったものの、500km未満の輸送距離帯では概ね P_a （要冷蔵品の高速道路利用

高速道路利用率

図-3 高速道路利用率（要冷蔵品一他）

表-6 有意差検定結果（要冷蔵品）

距離帯	高速利用道路率		レコード数		t 値	有意水準
	P_a	P_b	N_a	N_b		
-100km	56.5%	48.0%	1,431	2,255	4.99	$P < 0.1\%$
-200km	73.3%	50.0%	855	2,185	11.66	$P < 0.1\%$
-300km	73.2%	72.0%	377	1,272	0.46	$P < 32\%$
-400km	84.9%	77.8%	292	607	2.52	$P < 0.6\%$
-500km	93.5%	85.0%	261	486	3.41	$P < 0.1\%$
500km-	84.1%	86.2%	435	1,671	-1.08	—
計	70.4%	63.9%	3,651	8,476	6.88	$P < 0.1\%$

高速道路利用率

図-4 高速道路利用率（到着時間指定）

表-7 有意差検定結果（到着時間指定）

距離帯	高速道路利用率		レコード数		t 値	有意水準
	P_a	P_b	N_a	N_b		
-100km	53.1%	37.9%	911	515	5.54	$P < 0.1\%$
-200km	66.0%	47.6%	911	435	6.44	$P < 0.1\%$
-300km	79.3%	66.9%	454	272	3.71	$P < 0.1\%$
-400km	85.1%	75.9%	202	141	2.17	$P < 1.5\%$
-500km	84.1%	84.6%	113	117	-0.11	—
500km-	91.6%	74.7%	597	174	6.00	$P < 0.1\%$
計	70.9%	55.6%	3,188	1,654	10.59	$P < 0.1\%$

率) $>P_b$ (要冷蔵品以外的高速道路利用率) となる傾向が確認された。

以上より、要冷蔵品を輸送する際 (500kmを超える長距離帯の輸送は除く) は、冷蔵が不要な品物を輸送する場合に比べて高速道路を利用する割合が大きいことが示された。

(2) 分析2「到着時間指定の有無」と高速道路利用率との関係

「時間単位で到着日時を指定された品物」と「到着日時を指定されていない品物」それぞれの高速道路利用率を算定し、輸送距離帯毎に整理した。この結果、図-4に示すとおり「400-500km」を除く全ての輸送距離帯において「時間単位で到着日時を指定された品物」の高速道路利用率が大きくなった。また、表-7に示すとおり上記を除く距離帯において両者の差は有意となった。このことから、到着時間を指定された品物を輸送する際は高速道路利用率が大きいことが示された。

以上の結果から、「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」といった輸送品の特性と、「高速道路利用の有無」との間に関係があることが示された。

5. 要冷蔵の有無と到着時間指定の有無を組み合わせた場合の高速道路利用率との関係

前章では、輸送距離帯毎の集計的な分析を行うことにより、輸送品の特性を表す指標「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」のそれぞれが高速道路利用率と関係があることを示した。ここでは、個々の輸送に着目し「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」が高速道路利用率に与える影響の度合いを明らかにする。具体的には、ロジスティック回帰分析により、これらの指標から高速道路利用率を算定するモデルの推計を行い、「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」が高速道路利用率を説明する要因であることを示した後に、それぞれの係数を比較する。なお本章での分析は、高速道路利用率を推計するモデルを構築することを目的とするものではなく、モデルの推計を通じて「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」の高速道路利用率に対する寄与度を明らかにすることを目的とするものである。

(1) モデルの推計方法

図-3及び図-4から、輸送距離が長くなると高速道路利用率も大きくなる傾向を読み取ることができる。このため、モデルの説明変数を「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」に「輸送距離」を加えた3つとした。推計には、農水産品12,127レコードのうち説明変数全ての

判断が可能な9,353レコードを用いた。式(2)に示すとおり、ロジット変換した高速道路利用率 f を3つの説明変数に回帰させることにより α_0 、 α_1 、 α_2 及び α_3 を推計した。

$$\text{logit}(f) = \log\left(\frac{1}{1-f}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 \quad (2)$$

f : 高速道路利用率

x_1 : 輸送距離 (km)

x_2 : 要冷蔵ダミー (1: 要冷蔵品, 0: 他)

x_3 : 到着時間指定ダミー (1: 時間単位で指定, 0: 他)

(2) 推計結果

推計結果を表-8に示す。全てのパラメータは符号条件が前章の検討結果と合致し、かつ、0.1%有意水準を満たした。これにより、3つのパラメータのいずれもが高速道路利用率を説明する要因となることが示された。

「 x_2 要冷蔵ダミー」の係数 (0.736) は「 x_3 到着時間指定ダミー」の係数 (0.216) の3.4倍となっている。これは、「要冷蔵の有無」が「到着時間指定の有無」よりも「高速道路利用の有無」に与える影響が大きいことを示している。また、的中率は0.711で、ある程度説明力の高いモデルとなっている。

推計したモデルを用いて9,353のレコードについて高速道路利用率を算定した。これをプロットしたものを図-5に示す。4本の曲線が形成されている。これは、3つの変数のうち「輸送距離」を横軸にとってプロットしているため、残りのダミー変数の組み合わせの数の曲線上に推計値がプロットされたものである (上から順に「要冷蔵品+到着時間指定あり」「要冷蔵品+到着時間指定なし」「要冷蔵品以外+到着時間指定あり」「要冷蔵品以外+到着時間指定なし」)。上の2本は「要冷蔵品」となっており、「要冷蔵ダミー」の係数 (0.736) が「到着時間指定ダミー」の係数 (0.216) よりも大きいことの影響がプロット図から確認できる。また、輸送距離が長くなると4本の曲線の幅が小さくなる。これは、長距離帯では「輸送距離」の影響が大きく、「要冷蔵の有無」や「到着時間指定の有無」の影響が相対的に小さくなるためである^[3]。

表-8 推計結果

	係数	t値	有意水準
(切片)	-0.696	-14.8	$p<0.1\%$
輸送距離(km)	0.005	32.0	$p<0.1\%$
要冷蔵ダミー	0.736	13.8	$p<0.1\%$
到着時間指定ダミー	0.216	4.2	$p<0.1\%$

AIC: 10537

Number of Fisher Scoring iterations: 4

$n=9,353$

図-5 高速道路利用率（算定値プロット）

図-6 高速道路利用率（実値と推計値の比較）

表-9 高速道路利用率（実値と推計値の比較）

距離帯	レコード数	高速道路利用率		差 b-a
		a: 実値	b: 推計値	
-100km	2,539	44.3%	48.6%	4.3%
-200km	2,229	63.1%	58.1%	-5.0%
-300km	1,230	73.3%	69.2%	-4.1%
-400km	881	79.2%	78.8%	-0.4%
-500km	436	84.6%	85.0%	0.4%
500km-	2,038	86.3%	88.9%	2.6%
計	9,353	66.9%	66.9%	-

9,353 レコードについて算定した高速道路利用率（図-5 に示したプロット）を輸送距離帯毎に平均し、実値と

比較した。これを図-6 及び表-9 に示す。誤差は最大で5%ポイント（100-200km 帯）で、両者は概ね合致した。

これらのことから、「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」は高速道路利用率を説明する要因の一つであり、かつ「要冷蔵の有無」は「到着時間指定の有無」より高速道路利用率に大きな影響を与えることが示された。

6. おわりに

本研究では、まず、輸送品の特性を「経路選択時に重視すべき事項が想定でき、この観点から分類できる“品物の性質”」と定義した上で、物流センサスデータを用いて「要冷蔵の有無」と「到着時間指定の有無」という輸送品の特性によって貨物車の経路選択行動に違いがあることを高速道路利用率を指標とした統計分析により示した。

以下に本研究で得られた知見と今後の課題を示す。

(1) 得られた知見

- 「要冷蔵の有無」という輸送品の特性は「高速道路利用の有無」と関係があり、要冷蔵品を輸送する際は、冷蔵の必要のない品物を輸送する場合に比べ高速道路を利用する割合が大きい。
- 「到着時間指定の有無」という輸送品の特性は「高速道路利用の有無」と関係があり、到着時間を指定された品物は、指定されていない品物より高速道路を利用して輸送される割合が大きい。
- 「要冷蔵の有無」は「到着時間指定の有無」より高速道路利用率に与える影響が大きい。

(2) 考察及び今後の課題

（輸送品の特性を表す指標）

本研究では、輸送品の特性を表す指標として「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」を用いた。しかし、これら2つの指標は物流センサスから把握することができ限られた指標の中から選定したものであって、輸送品の特性を代表する指標というわけではない。このため、今後これら以外の輸送品の特性を表す指標についても検討し、経路選択行動との関連について分析を進める必要がある。

上記以外の指標として「輸送品の付加価値（販売額）」や「輸送時の安全性に関する指標」等が考えられる。谷口ら⁷⁾は、貨物車が高速道路で事故に遭遇する確率は一般道の1/4であるとしており、高速道路は事故に対する安全性が高い。このため、付加価値が高い品物や壊れやすい品物等を輸送する際は、高い安全性を期待して高速

道路を選択する割合が大きくなる傾向があると考える。

(輸送品の特性と経路選択行動の因果関係)

今回、輸送品の特性と高速道路利用率に関係があることを示すことはできたものの、両者の因果関係は明らかにしていない。例えば、要冷蔵品は高速道路の「速達性」を期待し、また、到着時間を指定された品物は「定時性」を期待して高速道路を利用していると推測する。しかし、これらが実際の経路選択理由であるかについては分析を行うことができなかった。これは、ヒアリングで得た情報でなく、物流センサス等の統計データを用いた分析の限界である。今後、輸送事業者等に対する聞き取り調査を行うことにより、上記の推測が正しいことを明らかにし、今回行った分析結果の裏付けを行っていきたい。

(輸送品の特性以外の経路選択行動に影響を与える要因)

第3章(5)で述べたとおり、貨物輸送時に高速道路を利用するか否かは、高速道路へのアクセス性等の道路ネットワーク条件や輸送時の道路の混雑状況が影響することが容易に想像できる。しかし本研究での分析ではこれらの影響を考慮していない。今回は、大局的な視点から輸送品の特性と経路選択行動との間に関係があるか否かを確かめることを目的とした。このため、要冷蔵の有無や到着時間指定の有無によって輸送経路の道路ネットワーク条件や混雑状況に偏りがないと仮定し、第3章(3)で示したレコード全てを用いて、全国のレコード間で分析を行った。これにより、比較的多数のレコードを用いた検定が可能となり、「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」という輸送品の特性と「高速道路利用の有無」という経路選択行動が統計的に有意に関係していることを示した。このように今回はデータの制約上考慮できていない要因があるものの、輸送品の特性と貨物車の経路選択行動との間に関係があることを示した本研究の結果には意義があると考える。

今後、分析対象エリアを絞り、輸送品の特性以外の条件が同じとなるレコード、例えばOD及び輸送時間帯が同じレコードを用いて今回と同様の分析を行い、比較検討を行いたい。

付録 物流センサスの概要

物流センサスは、全国的な貨物流動の実態を把握することを目的とした全国規模のサンプル調査で、1970以降5年に1度実施されている。

(調査対象事業所)

鉱業、製造業、卸売業及び倉庫業の4産業の事業所を調査対象としている。第8回調査では21,763事業所に対して調査が行われた。これは、4産業の総事業所数の3.2%にあたる。

(調査対象貨物)

生産・仕入・販売活動等に伴い調査対象事業所に出入荷される原材料、製品、商品等の物資を調査対象としている。

(出荷単位)

出荷日、品目、荷受人業種(着産業業種)、届先地、届先施設、輸送機関、出荷時刻等の属性が同じ出荷を1件として扱っている。このため、1つのレコードは貨物車1台の輸送を表すものではない。もちろん品物1つの輸送を表すものでもない。

補注

- [1] 物流センサスでは、トラック→船→トラックという複数の異なる輸送手段によって輸送された場合も1つのレコードとして整理され、各レコードには利用した全ての輸送手段についての情報が記録されている。本研究では、複数の輸送手段による輸送、つまり積み替えを行ったレコードは分析対象から除き、出荷元から届先地までトラックのみで輸送されたレコードのみを分析対象としている。なお、表-3にある「貨物車輸送1,109,189」は、このトラックのみで輸送されたレコードを指す。
- [2] 物流センサスでは、輸送距離について調査していない。このため、各レコードの出荷元及び届先地の属する都道府県庁間の距離を輸送距離とした。距離の算定は、NITAS[®]を利用して一般道の道路ネットワークで最短距離経路探索を行った。なお、物流センサスでは出荷元及び届先地の住所は市町村レベルで整理されており、都道府県庁間の距離より詳細な輸送距離の推計が可能である。しかし、12,000のレコードについて市町村レベルの最短経路探索を行うには多大な労力を要することと、本研究が「要冷蔵の有無」及び「到着時間指定の有無」と高速道路利用の有無との関係を分析することを目的としており、輸送距離の影響度を特段重要視するものではないことから、市町村間の距離でなく都道府県庁間の距離を輸送距離とした。特に第4章では、レコードを区分するための指標として輸送距離を用いたに過ぎない。また、第5章における回帰分析は、輸送距離(x_1)のパラメータ係数を求めることを目的としたものでもないし、これから高速道路利用率を推計する精緻なモデルを構築することを目的としたものでない。これらのことから、輸送距離に市町村間の距離でなく都道府県庁間距離を用いたとしても、本研究の結果に重大な影響を及ぼすことはないと考える。

[3] 表-10及び表-11は、要冷蔵の有無が高速道路利用率(f)に与える影響について輸送距離100kmと500kmの場合を比較したものである。式(2)に示した $\text{logit}(f)$ における輸送距離の項($\alpha_1 x_1$)の値は、500kmで2.559となり100kmの0.512より大きい。 $\text{logit}(f)$ の値を要冷蔵品(a)と要冷蔵品以外(b)で比較すると、両者の差は100kmと500kmともに0.736となる。この差(0.736)が $\text{logit}(f)$ の値に占める割合は500kmで26%($=0.736/2.81$)となり、100kmの96%($=0.736/0.767$)より小さい。このため、500km等の長距離帯では100km等の近距離帯に比べて「要冷蔵の有無」の影響が小さくなる。

参考文献

- 1) 秋田直也, 小谷通泰, 島田和政: 阪神臨海部における国際海上コンテナ輸送トラックの経路選択行動に関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, CD-ROM, 2005.
- 2) 兵藤哲朗, シジニィ・シュライナー, 高橋洋二: 東京都市圏物流流動調査を用いた大型貨物車走行経路のモデル分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, pp.405-412, 2007.
- 3) 中里亮, 兵藤哲朗, 高橋洋二: 高度交通情報システムを用いた貨物運行車の経路選択行動, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, Vol.16, pp.77-80, 1996.
- 4) 岡山正人: 物流センサスデータを用いたトラック輸送貨物の連絡橋とフェリーの選択分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.32, CD-ROM, 2005.
- 5) 国土交通省: 第8回全国貨物純流動調査報告書, 2005.
- 6) 国道交通省道路局道路経済調査室: 平成17年度道路交通センサス資料編, 第8巻, 2006.
- 7) 谷口栄一, 長谷川金二, 今西芳一: 貨物車の交通事故リスクの評価, 交通工学, Vol.38, No.6, pp.61-65, 2003.
- 8) 国土交通省: 全国総合交通分析システム NITAS, <http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/nitas/nitasout>

(2011.2.25 受付)

表-10 輸送距離100kmの高速道路利用率の算定例

	係数	要冷蔵(a) 係数×値	他(b) 係数×値	$a-b$	$(a-b)/a$
切片	-0.696	-0.696	-0.696	0.000	-
輸送距離 km	0.005	100 0.512	100 0.512	0.000	-
要冷蔵品	0.736	1 0.736	0 0.000	0.736	-
到着時間指定	0.216	1 0.216	1 0.216	0.000	-
計 = $\text{logit}(f)$		0.767	0.032	0.736	96%
高速利用率(f)		68.3%	50.8%	17.5%	26%

表-11 輸送距離500kmの高速道路利用率の算定例

	係数	要冷蔵(a) 係数×値	他(b) 係数×値	$a-b$	$(a-b)/a$
切片	-0.696	-0.696	-0.696	0.000	-
輸送距離 km	0.005	500 2.559	500 2.559	0.000	-
要冷蔵品	0.736	1 0.736	0 0.000	0.736	-
到着時間指定	0.216	1 0.216	1 0.216	0.000	-
計 = $\text{logit}(f)$		2.814	2.079	0.736	26%
高速利用率(f)		94.3%	88.9%	5.5%	6%

RELATIONSHIP BETWEEN FREIGHT CHARACTERISTICS AND EXPRESSWAY USE RATIO

Hiroataka SEKIYA, Katsumi UESAKA, Masanori KOBAYASHI
and Hiroyuki NAMBU

This article details the relationship between freight characteristics and freight truck route selection. Using the statistical data obtained from the Commodity Flow Census, we analyzed the relationships between the ratio of freight truck expressway use and indicators that describe freight characteristics. The indicators are 1) whether or not freight needs to be kept chilled and 2) whether or not delivery time is specified. We successfully demonstrated that freight trucks are more likely to choose expressways rather than general roads when they transport freight that needs to be kept chilled or freight with delivery time specified.