本四連絡橋の料金値下げによるトラックの経路選択に関する基礎的研究*

An Analysis of Influence of Reductions in the Toll of Honshu-Shikoku Bridges on Route Choice of Trucks*

岡山　正人**
By Masato OKAYAMA**

１．はじめに

1999年５月にしまなみ海道が開通したことにより、計画されていたすべての本四連絡橋が開通したことになる。こうした中、2002年12月に「道路関係四公団民営化推進委員会」により、連絡橋の料金を当時の半分程度にすべきと言った意見が出された。このような意見を受け、当初本四連絡橋の料金は2003年４月より、その時点の料金から25%程度の値上げが予定されていたが、その値上げ案は中止され、結局2004年7月より2003年3月現在の料金から約１割値下げすることで運営がなされることとなった。

このような連絡橋の料金の値下げにより、フェリーを利用していたトラックは連絡橋を利用することとなり、連絡橋の開通によって減少しているフェリーの利用量はさらに減少することとなろう。これは、連絡橋の利用促進のためには避けては通れないものであるといった見方もある一方、いわゆるモーダルシフト政策とは逆行するといった側面も有している。

そこで本研究では、本四連絡橋の料金の値下げによるトラックのルートの変更意向を分析するとともに、今後のさらなる連絡橋の料金の値下げや、フェリーへのモーダルシフト政策の分析を目指して、トラックの経路選択モデルを構築することを試みた。

具体的にはまず、トラック事業所を対象にアンケート調査を実施した。そして、その調査結果を分析することで、現在フェリーを利用しているトラックを対象に、連絡橋の料金が値下げした際の連絡橋を利用したルートへの変更意向を示すとともに、その変更先の連絡橋などについて明らかにした。また、ロジットモデルを用いることで、トラックの経路選択モデルを構築し、その有効性について確かめた。

２．トラック事業所を対象としたアンケート調査とトラックの利用ルートの概要

（１）アンケート調査の概要

本研究では、本四連絡橋の料金の変化が周辺域のトラック輸送に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、トラック事業所を対象にアンケート調査を実施した。その具体的な内容は、①事業所属性、②トラックによる貨物輸送の実態、③連絡橋の料金変化によるトラックの輸送ルートの変更意向、④事業所の経営環境等への影響に関する意識などである。

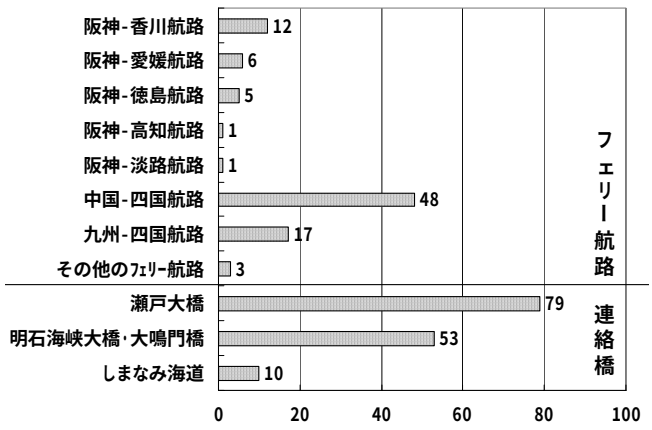
こうしたアンケートは、四国の保有車両台数が10台以上のトラック事業所1,220社に対して行った。このように、四国の事業所を対象に実施したのは、フェリー会社へのヒアリングの結果、四国を起点または終点とする貨物の大半は四国のトラック事業所が輸送しているとのことであったためである。

アンケート票は平成14年12月4日（水）に事業所に郵送し、同月20日（金）を期限として同封した返信用封筒により回収した。こうした調査の結果、154通のアンケートを回収することができ、回収率は12.6%であった。また、これらから得られたトラックの輸送ルート数は235ルートであった。

（２）トラックの利用ルートの実態

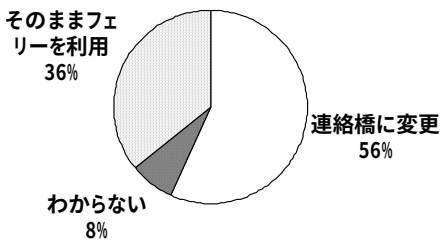
図－１は、アンケート調査結果から得られたデータにより、トラックが利用している海上ルート（連絡橋およびフェリー航路）について見たものである。

この図から、トラック輸送で最もよく利用されている海上ルートは「瀬戸大橋」で、次に「明石海峡大橋・大鳴門橋」であることがわかる。これらに次いで、「中国－四国間」のフェリー航路が多くなっ



図－１　利用ルートの実態

*キーワーズ：物資流動、経路選択、物流計画
**正員、博士（工学）、
広島商船高等専門学校　流通情報工学科
（広島県豊田郡大崎上島町東野4272-1、
Tel＆Fax:08466-7-3092、
E-mail:okayama@hiroshima-cmt.ac.jp）



図－２　料金が値下げした場合のルートの変更意向

ているが、この内6割以上が「宇野－高松」のフェリー航路であった。また、全体の約6割が連絡橋を利用したルートを利用しており、本四連絡橋が開通したことで、フェリーの利用は相当量減っているものと思われる[1)]。

３．料金値下げにともなう輸送ルートの変更意向の分析[2)]

（１）トラック事業所のルートの変更意向

図－２は、現在フェリーを利用しているトラック事業所を対象に、本四連絡橋の料金が値下げされたとき、それにより連絡橋を利用したルートに変更するかどうかを見たものである。

この図を見ると、56%のトラック事業所が「連絡橋を利用したルートに変更する」としており、連絡橋の料金の値下げにより、半数以上の事業所が輸送ルートの変更を考えている。しかしこの一方、「そのままフェリーを利用する」とする事業所も36%存在しており、この地域のトラック輸送には根強いフェリーの利用意向があることもわかる。

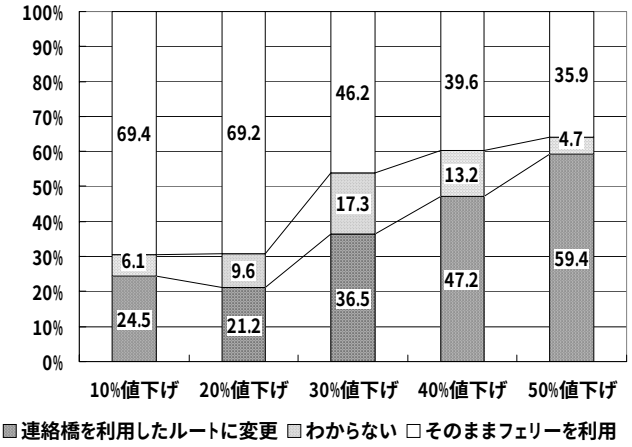
本研究で行ったアンケート調査では、図－２の分析で「連絡橋を利用したルートに変更する」または「わからない」と答えた事業所の各輸送ルートを対象に、連絡橋の料金の値下げ率を10%から50%を想定し、それぞれのケースについて連絡橋を利用したルートへの変更意向を尋ねている。図－３はその結果を図示したものである。

この図から、20%程度までの値下げでは連絡橋をルートに変更するとする輸送ルートは1/4程度であり、半額となる50%の値下げで60%と半数以上の輸送ルートが変更意向を示すことがわかる。

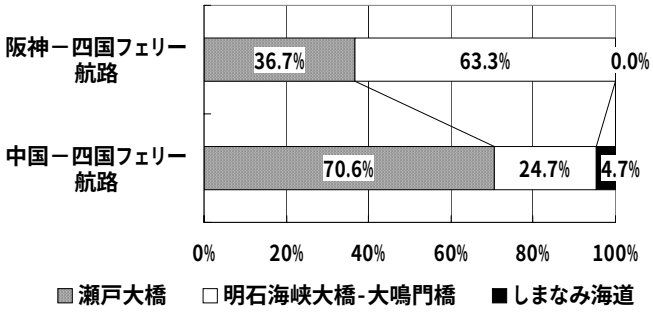
このように、この地域のトラック輸送ではフェリーに対する根強い利用意向があるほか、連絡橋を利用したルートへの変更意向のあるトラック事業所においても、値下げ率が１割から２割程度では連絡橋を利用したルートへの変更意向はあまり大きくないものと考えられる。

（２）ルートの変更先となる連絡橋

図－４は、フェリーを利用しているトラックが連絡橋を利用したルートへの変更を行った場合、何れの連絡橋を利用するかを、利用しているフェリー航路ごとに示したものである。なお、「九州－四国航路」は、連絡橋の料金の値下げによる影響がほとんど見られなかったことから、分析対象から除いた。



図－３　値下げ率ごとの連絡橋を利用したルートへの変更意向



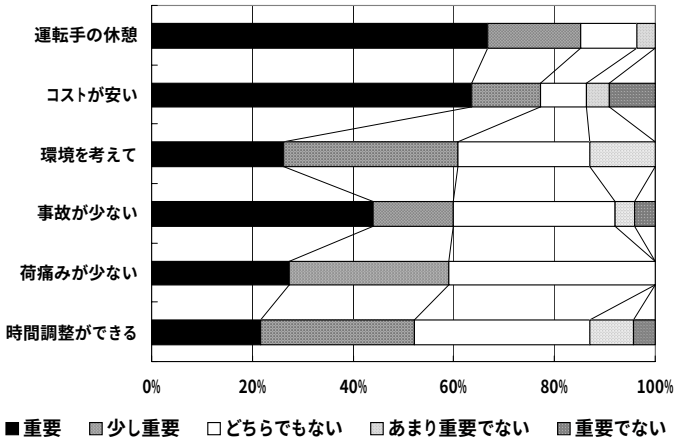
図－４　フェリー航路ごとの変更先

これによると、「中国－四国航路」を利用しているトラックの７割以上は、連絡橋の料金が値下げされた場合、「瀬戸大橋」を利用すると考えていることがわかる。一方、「阪神－四国航路」を利用しているトラックの63%は「明石海峡大橋・大鳴門橋」の利用を考えるとしており、利用しているフェリー航路により変更先の連絡橋に違いが見られる。また、「しまなみ海道」への変更を考えるものは、「中国－四国航路」を利用しているトラックのみでその比率も4.7%と非常に少なくなっている。

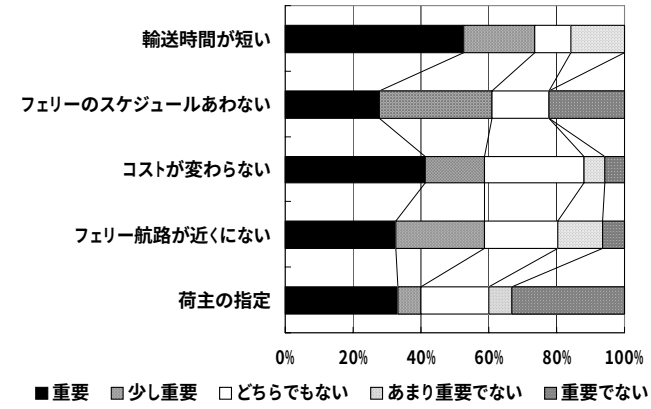
これらの結果と、図－１の中国－四国間のフェリー航路が多く利用されているといった結果から、連絡橋の料金が値下がりした場合、全体として瀬戸大橋を利用するトラックが増加するものと推測できる。

（３）トラックがフェリーや連絡橋を利用する理由

本アンケート調査では、連絡橋の料金が値下げしてもフェリーをそのまま利用するとする事業所に、その理由を尋ねている。図－５はその分析結果を示したものである。これによると、フェリーをそのまま利用する最も重要な理由は「運転手がフェリー内



図－５ 連絡橋の料金が値下げされてもそのままフェリーを利用する理由（上位５つまでを記載）



図－６ 連絡橋の料金が値上げされてもそのまま連絡橋を利用したルートを利用する理由

で休憩できる」となっている。またこれに次いで、「連絡橋の料金が値下がりしても輸送コストが安い」といった理由の重要度が高いことがわかる。

また、本調査を行った時期は当初の予定通り連絡橋の料金が値上げされるか、民営化推進委員会の提言を受入れ値下げされるか、その何れとなるか不明な時期であった。そのため、連絡橋を利用しているトラックを対象に、連絡橋の料金が値上げした場合についても、値下げした場合と同様の内容を調査している。

そうした項目の中から、連絡橋の料金が値上げしても、そのまま連絡橋を利用し続ける理由について調べた。その結果を示したのが図－６である。この図から「輸送時間が短い」が連絡橋を利用し続ける最も重要な理由であるほか、次いで重要な理由は「フェリーのスケジュールがあわない」であることがわかる。

このように、トラックは「輸送コスト」や「輸送時間」などに加え、「運転手がフェリー内で休憩できる」といったフェリー特有の選択理由などを考慮することで、輸送ルートを決めているものと考えられる。

表－１ 料金値下げによるフェリーから連絡橋のへの変更モデル

説 明 変 数	モデル１	モデル２
輸送所要時間（時間） （共通変数）	-0.4789 (-3.131**)	-1.959 (-4.082**)
輸送コスト（千円） （共通変数）	-0.2453 (-3.244**)	-0.6781 (-4.216**)
ﾌｪﾘｰでの海上時間（時間） （ﾌｪﾘｰ固有変数）	―	1.401 (3.503**)
尤 度 比	0.1569	0.2918
自由度調整済み尤度比	0.1366	0.2659
的 中 率（%）	71.8%	78.8%

注）（）内はｔ値を意味し、＊は有意水準５%で、＊＊は有意水準１%で有意であることを示している。

４．ロジットモデルによるトラックの経路選択モデルの構築

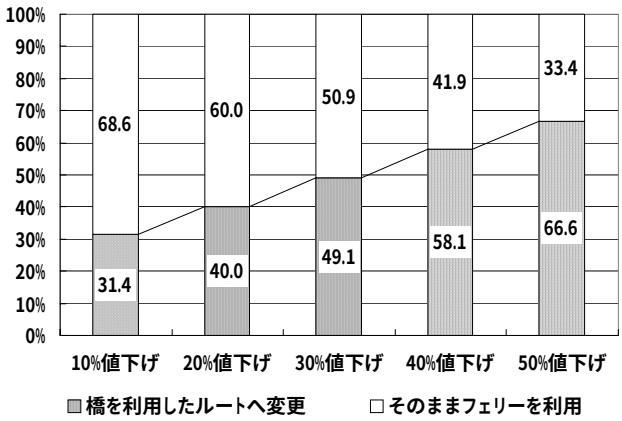
（１）トラックの経路選択モデルの構築

本アンケート調査では、図－３で示したように、連絡橋の料金の値下げ率を５段階に想定して、フェリーを利用したルートごとに､連絡橋を利用したルートへの変更意向を尋ねている。そこで、各フェリーを利用したルートにおける値下げ率ごとの連絡橋を利用したルートへの変更意向を１つの選択行動、すなわち、１つのサンプルと見なして経路選択モデルを構築することとした。モデル構築にはロジットモデルを用いることとし､経路選択要因としては、３．（３）の分析結果をもとに、「輸送所要時間」、「輸送コスト」および「運転手がフェリー内で休憩できる」を考えた。

「輸送所要時間」には、アンケート調査で得られた各ルートの主な利用国道や高速道路を通る最短経路を探索し､その総所要時間を求めたものを用いた。「輸送コスト」は、こうして探索した最短経路上の高速料金やフェリー料金等を合計したものを用いた。なお、トラック運行にはこうしたコストの他、人件費やトラックの整備費なども必要となるが、ここではこれらは考慮しないこととした。また、「運転手がフェリー内で休憩できる」といった要因は、長距離フェリーほど休憩時間が多くとれるものと考え、フェリーでの所要時間に、待ち時間として平均運航間隔の1/2を加えたものを「海上時間」として用いることとした[3)]。

表－１は、このような選択要因を用いて構築したロジットモデルによるトラックの経路選択モデルの推定結果を示したものである。

表－１に示すように、ここでは２つのモデルを推定した。「モデル１」は選択要因として「輸送所要



図－７ モデル２による値下げ率ごとの連絡橋を利用したルートへの変更意向の推計値

時間」と「輸送コスト」のみを共通変数として用いたもので、「モデル２」はそれにフェリー固有の変数として「海上時間」を加えたものである。

「モデル１」を見ると、「輸送所要時間」および「輸送コスト」の何れもｔ値の絶対値も比較的大きく、有意水準１％で有意となっているほか、パラメータの符号も負となっており、理論的にも有効な結果を得ることができた。しかしながら、尤度比および自由度調整済み尤度比の値は何れも「0.1569」「0.1366」と、推定精度の基準となる「0.2」を下回る値となっており、推定精度に多少の問題を残す結果となった。

次に、「モデル２」を見ると以下のことがわかる。まず、フェリーの固有変数として加えた「海上時間」は、ｔ値も大きく有意水準１％で有意となっており、モデルの変数として有効であるものと考えられる。また、「輸送所要時間」および「輸送コスト」のｔ値の絶対値もモデル１の時よりも大きくなっている。さらに、尤度比および自由度調整済み尤度比の値を見ると「0.2913」「0.2659」と何れも「0.2」を上回っており、モデル１からの改善も見られることに加えて、推定精度においてもほぼ良好な結果を得ることができたものと考えられる。

これらの結果から、トラックは「輸送所要時間」が短く、「輸送コスト」が少なくてすむルートを選択していることがわかる。また、フェリーには「運転手がフェリー内で休憩できる」といった特有の選択要因があり、「海上時間」の長いフェリー航路はトラックがルートを選択する際に有利となることが確かめられた。

（２）モデルの有効性の検討

ここでは、表－１のモデルの内、推定精度が良好であった「モデル２」について、その有効性の検討を行った。有効性の検討は、モデル２により連絡橋の料金が10%から50%値下げされた時の、連絡橋を利用したルートへの変更意向の比率を推定し、それをその実測値である図－３の結果とを比較することにより行った。なお、モデル２による推定結果を図－７に示した。

図－３と図－７を比較すると、図－３では「わからない」の比率があり比較に注意が必要であるが、図－７の推定結果の方が多少「橋を利用したルートへ変更する」の比率が大きくなっているものの、グラフの概形は似通っており、モデル２の有効性を確かめることができた。

５．おわりに

本研究では、連絡橋の料金値下げによるトラックの輸送ルートの変更意向を分析するとともに、トラックの経路選択モデルの構築を試みた。本研究で得られた成果を要約すると以下の通りである。

１）トラック輸送にはフェリーに対する根強い利用意向があるほか、連絡橋を利用したルートへの変更意向のあるトラック事業所においても、値下げ率が１割から２割程度では、連絡橋を利用したルートへの変更意向はあまり大きくないことがわかった。また、連絡橋の料金が値下がりし、連絡橋を利用したルートへの変更が進んだ際、全体として瀬戸大橋を利用するトラックが増加するものと推測できた。

２）ロジットモデルを用いて、フェリーを利用しているトラックが連絡橋の料金の値下げにより、連絡橋を利用したルートに変更するかどうかをモデル化した。その結果、尤度比などの指標や、値下げ率ごとの連絡橋への変更意向の推定比率を実測値と比較することなどにより、その有効性を確かめることができた。

今後は構築したモデルさらに発展させ、そうしたモデルを用いて連絡橋の料金の変化によるトラックの各連絡橋の利用量の変化を具体的に推計したい。また、連絡橋からフェリーへのモーダルシフトを想定し、モデルによる政策実験なども行いたい。

参考文献

１）岡山・田中・小谷：明石海峡大橋としまなみ海道の開通が本州・四国間のトラック輸送に与えた影響に関する分析、日本沿岸域学会論文集No.15、pp.121～132、2003年3月.

２）岡山・田中：本四連絡橋の料金値下げがトラック輸送に及ぼす影響に関する一考察、第23回交通工学研究会論文報告集、pp.309～312、2003年10月.

３)岡山・小谷・中下：阪神・四国間におけるトラックの経路選択行動に関する研究、日本航海学会論文集第98号、pp.403～411、1997年.