

도로 화물운송 수단선택모형에 관한 연구

A Study of Road Freight Mode Choice Model

이 현 애

(한양대학교 교통공학과 석사과정)

강 경 우

(한양대학교 교통공학과 교수)

목 차

- | | |
|---------------------|-------------------|
| I. 서 론 | V. 수단선택모형 적용 및 분석 |
| II. 화물운송 수단선택모형 이론 | VI. 결론 및 향후 연구과제 |
| III. 자료분석 및 검토 | · 참고문헌 |
| IV. 화물운송 수단선택모형의 개발 | |

요 약

물류활동에서 운송부분이 차지하는 중요성은 기업의 경영자층에게 더욱 중요하게 인식되고 있는데, 이는 경쟁환경 때문이다. 경쟁환경에서는 'Output Logistic' 즉, 운송활동의 수행정도에 따라 물류활동의 성패가 결정된다. 따라서 기업물류활동의 근간인 운송활동의 주요 결정요인과 선택형태를 알아보고, 이들이 실제로 기업의 물류활동에 어느정도 영향을 미치는지를 심층적으로 분석해 보는 것은 매우 의미있는 일이라 하겠다. 더구나 우리나라의 현재의 경제여건에서는 물류비에 대한 효율화 작업이 필요한데 반해 그 동안의 연구들을 살펴보면 SP자료를 이용한 가상적 상황하에서의 화주의 선택행태를 분석하였으므로 실제 선택한 수단간의 gap을 극복할 수 없었다.

기업은 운송수단의 선택시 복잡한 결정과정을 갖는다. 이는 운송부분이 총물류비용에서 차지하는 중요도 때문이다. 기업의 운송관리자는 화물을 출하할 때마다 선택의 기로에 서게 된다. 즉, 일부는 조직 체계나 다른 계약 여건에 따라 이전과 동일한 수단을 선택하는 경우도 있지만, 많은 경우에는 매번 출하시마다 최적의 운송수단을 선택하기 위한 새로운 결정을 하게 된다. 본 연구는 이러한 화주의 수단선택행태를 실제 RP자료를 이용하여 분석하였다.

수단선택모형의 적용 및 분석결과를 살펴보면 상당히 attractive한 결과를 발견할 수 있는데 각 품목별 추정 값이 운송거리에 대해서는 陰(-)으로 운송비용에 대해서는 陽(+)으로 나타나고 있다. 다시 말하면 운송거리가 길수록 효용은 감소하고 운송비용이 커질수록 효용은 증가한다는 것을 의미하므로 그 분석결과가 올바른 결과를 도출하고 있지는 않다. 그러나 여기서 알 수 있는 것은 운송거리와 운송비용이 각각 주요한 변수라는 것이다. 모형의 타당성을 검증하기 위해서는 loglikelihood 값을 구하여 ρ^2 분석을 시행하였다. 여기서는 각 품목별로 ρ^2 값이 약 0.15~0.3의 비교적 높은 수치를 보여주고 있으므로 모형의 설명력이 어느 정도 있다는 것이 아울러 증명되었다.

상관관계에 대한 분석에서는 영업용 차량간의 상관관계가 높게 나타났으며, 이는 곧 영업용 화물차량을 적재중량별로 구분하는 것이 별 의미가 없음을 의미한다. 다시 말하면 자가용 차량을 보유하고 있지 않은 회사는 다른 운송전문업체에 화물운송을 의뢰하게 되므로 출하중량에 따라 화물차량을 구분하는 것에 대해서 그다지 큰 고려를 하지 않는 것으로 해석할 수가 있다.

1. 서론

1. 연구의 목적 및 배경

물류란 고객의 요구에 적합하도록 원재료 반제품 완제품과 정보에 대해서 생산지점에서부터 소비지점에 이를 때까지 물자와 정보의 흐름을 계획 실시 통제하는 일련의 경영활동 과정으로 정의되며 일반적으로 물류활동의 주체를 기업으로 보고 있다. 기업의 물류활동은 개별 기업이 처한 환경에 따라 차이를 보이며, 같은 수준의 물류활동성과를 얻는다 하더라도 기업의 특성에 따라 그 중요성이 다르게 해석된다.

기업은 운송수단의 선택시 복잡한 결정과정을 갖는다. 이는 운송부문이 총물류비용에서 차지하는 중요도 때문이다. 기업의 운송관리자는 화물을 출하할 때마다 선택의 기로에 서게 된다. 즉, 일부는 조직 체계나 다른 계약 여건에 따라 이전과 동일한 수단을 선택하는 경우도 있지만, 많은 경우에는 매번 출하시마다 최적의 운송수단을 선택하기 위한 새로운 결정을 하게 된다.

이와 같은 여건에서도 불구하고 지금까지 국·내외에서 연구되어 온 상당수의 모형은 집계자료를 이용한 비집계자료나 신고전주의적 경제이론에 기초한 모형을 이용하여 추정된 개별자료에 있어서도 제고비용이나 화물의 특성과 관련된 요소가 중심이 되어 왔다. 따라서 화주의 인식상황을 고려한 모형은 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 기존에 국내외에서 연구된 논문들의 한계를 인식하고 다음 단계로 화주의 수단선택 결정요소들을 모형내에 설명변수로 적용할 경우에 기존 모형의 개선 가능정도를 검토한 후, 우리나라의 경우 화물운송수단 선택모형의 추정에서 화주의 인식요소가 어떻게 작용하는지를 실제 조사된 계자료를 토대로 파악해 보고자 하였다.

본 연구는 화주가 화물을 운송하는 과정에서 고려되어야 하는 유효한 운송수단 선택변수를 찾아내어 화물운송수단을 선택할 때 실제 물류운송 시스템의 개선에 이용하도록 하기 위한 것이다. 주로 화주가 운송수단을 선택하는데 있어서 그들의 개별행태에 그 초점을 맞추고 있으며 이는 나아가 화물운송수요예측과 같은 장기적인 물류시스템 계획하고 통제하는데 연구의 목적을 갖는다.

II. 화물운송 수단선택모형 이론

1. 화물운송 수단선택이론

행태모형을 추정하기 위해서는 그동안 화물수단선택에서 폭넓게 개발되고 적용되어온 분야인 '선택의 확률효용(random utility theories of choice)'을 도입해야 한다. 이러한 관점에서 대안의 선택은 효용지수로 표현되는 일련의 속성(attribute)에 의해 특징지어진다. 속성효용(attribute utility)은 일반적으로 Linear Additive Function을 이용하여 전체효용으로 합쳐지며, 이것은 선택 과정이 상호 보완적이라는 것을 말한다. 즉 한 속성과 관련된 높은 가치의 효용은 다른 속성과 관련된 낮은 가치의 효용을 보상할 수 있다는 것이다.

예컨대 화주 n 이 i 번째 선택대안에 갖는 확률효용(random utility)은 V_{in} 과 e_{in} 두 성분의 합으로 식1과 같이 표현할 수 있다.

$$U_i = V_{in} + e_{in} \quad (1)$$

전자는 관측된 특성의 함수이며 모든 화주에 의해 공유된다. 반면에 후자는 確率要素(random component)로 관측되지 않은 특성의 효과를 설명하며 효용의 양이 어느 화주에 의해서도 나누어지지 않는다. 이것은 화주가 代案群(choice set) j 중에서 효용이 가장 높은 대안 i 를 선택할 것으

로 가정하고 식(2)와 같이 표현된다.

$$U_{i_n} > U_{j_n} \quad \text{for all } j = 1, \dots, N, \quad j \neq i \quad (2)$$

화주는 최고의 효용을 주는 대안을 선택하므로, 분석의 관점에서부터 개별적인 대안 i 의 선택가능성은 식(3)과 같다.

$$U(i | C_n) = \text{Prob} [(U_{i_n} > U_{j_n}), \text{ all } j \neq i, j \in C_n] \quad (3)$$

다음으로 (식1)을 이용하면, (식3)은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P(i | C_n) = \text{Prob} [(e_{j_n} - e_{i_n} < V_{i_n} - v_{j_n}), \text{ all } j \neq i, j \in C_n] \quad (4)$$

여기서, P_i = 대안 i 가 선택될 확률

C_n = 개별결정자 n 에 대한 선택 대안 집합(choice set)

(식4)에서 확률항(random term) e 의 분포에 대한 다른 함수형태의 선정은 예컨대 로짓모형과 프로빗모형 등 독립변수의 선택확률에 관계된 서로 다른 함수의 구성에 따른 것이다.

(식4)의 방정식으로부터 로짓모형을 유도하기 위해서는, 전체 확률변수군 ($e_i, i=1, \dots, N$)의 종합확률분포(joint probability distribution)에 관한 두 가지의 가정을 하여야 한다. 첫째, 선택대안들에 걸쳐 항(terms)이 독립적이며, 둘째, e_{i_n} 은 Reciprocal Exponential(Weibull)分布를 갖는다는 것이다. 따라서 대안 i 의 선택가능성은 전체효용의 관측 가능한 구성요소 차이의 함수가 되며, 효용함수 $V_{i_n} = \sum \beta_k X_{ink}$ 는 標準 로짓形態(standard logit form)에서 출발한다.

$$P_{i_n} = \frac{\exp V_{i_n}}{\sum_{j=1}^I \exp V_{j_n}} \quad (5)$$

다양한 구조의 함수를 통하여 다양한 선택모형이 確率效用理論(random utility theory)내에서 얻어지며, 대체적인 分布의 假定으로부터 로짓모형이나 프로빗모형등 다른 선택확률모형을 만들어 낼 수 있다. 이러한 형태의 모형은 이것이 확률효용함수를 지지하고 확률적 선택행태를 전제로 하기 때문에 인기가 있으며, 넓은 범위의 정책분석에 적용할 수 있는 것 또한 인기가 있는 이유로 보인다. 실제로 개별행태모형은 집단모형보다 수단간 경쟁의 본질과 비용 및 서비스변수와 관계된 운송정책의 변화를 연구하는데 훨씬 효과적인 것으로 알려져 있다.

2. 화물 수단선택모형 추정사례

1) 국내사례

하원의 & 남기찬(1995)은 경인지역 화주의 운송수단 선택행태를 다항로짓 모형을 이용하여 예측하였는데, SP자료를 이용하여 가상의 컨테이너 운송체계에 대한 화주들의 선호를 조사하였다. 화주의 수단선택에 영향을 미치는 요인으로 선정된 변수는 운송시간, 운송비용, 운송시간의 신뢰도이며, 기타의 변수는 컨테이너의 운송특성상 크게 관련이 없거나 위의 세변수에 부분적으로 포함되는 것으로 간주하였다. 연구결과 우리나라의 화주들은 공로와 철도의 경우에 운송시간보다는 운송비용과 신뢰도에 민감한 것으로 나타났으며, 해송의 경우는 운송시간과 신뢰도에 민감한 것으로 나타났다.

최창호(1997)는 공로화물운송에 대한 수단선택모형의 개발을 위하여 화주가 운송수단을 선택

할 때 느끼고 있는 실제의 인식사항을 모형내에 적용하여 운송수단 선택특성을 파악하고자 하였으며 다음과 같은 조사자료를 이용하였다.

출하특성자료는 화물발생업체에 대하여 출하중량, 가격, 운송비용, 이용교통수단, 차량등급 등의 자료를, 화주인식 자료로는 운송비용, 운송시간, 정시출하보장, EDI 사용여부, 운송중 위치확인 가능, 운송중 부패 또는 파손, 운송요일, 정시운송, 정시출하, 운송업무등을 조사하였다.

2) 국외사례

이론적으로는 도시내 화물흐름의 분포는 다양한 수송수단에 할당되어야하나, 실제로는 이러한 경우가 거의 드물며 대부분의 도시에서 화물은 도로에 의해 이동된다. 그러나, Button and Pearman(1981)은 도시화물에서 수단선택모형이 고려되어야 하는 두 가지 이유를 들고 있다.

- 서로 다른 트럭 형태를 다른 수단으로 고려해야 함.
- 타 도시로부터의 화물통행이 다른 교통수단을 통해 이루어지고 있는 경우가 있음.

3. 필요성

수단선택의 결정은 화주를 둘러싸고 있는 환경에 큰 영향을 받는다. 화주는 특정수단에 대해서 불만족한 경험을 하게 되면 그 수단에 대해 다시 생각하게 되며, 마찬가지로 새로운 수단선택에도 주저하게 된다. 화주는 상당수의 이용 가능한 선택대안의 운송비용과 서비스 질에 대해 선입관을 갖고며, 陰(-)의 이미지를 갖는 경우에는 수단선택에도 영향을 미친다. 화주는 경제적인 운송비용에 기반을 둘 경우에는 비교적 낮은 서비스 질을 제공하는 수단을 선택하며, 운송비용과 서비스 질의 交叉彈力性은 0.3에서 0.5정도라 한다. Smith, et al.(1985)은 운송비용과 서비스변수의 교차탄력성에 관한 연구사례를 폭넓게 정리하였는데, 교차탄력성값이 화물업종에 따라 변하며 대체적으로 운송비용에 주안점을 두는 화주의 경우에는 0.2~0.6의 값을 갖고, 서비스에 주안점을 두는 화주는 1.1~3.3까지 폭넓은 값을 나타내고 있다.

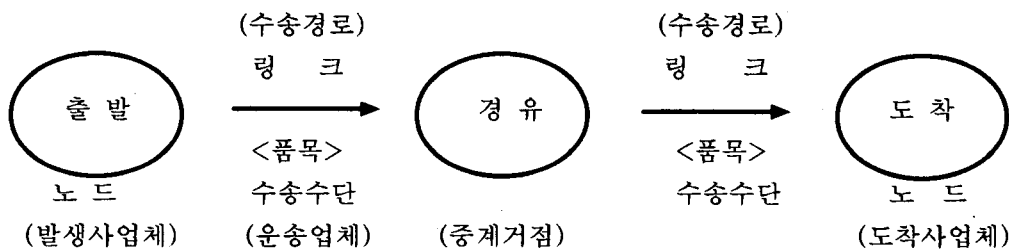
한편, 선행연구에서 정리된 바로 개별모형의 측정결과는 화물의 업종간에도 상당한 차이를 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 화주의 인식요소를 모형에 적용할 경우에는 또 다른 특성이 나타날 수 있을 것이다.

III. 자료분석 및 검토

1. 자료수집/자료형태

1) 화물이동의 정의

물류조사에서 대상이 되는 화물이동은 화물자체의 움직임에 착안하여 화물의 출발점에서 도착점까지를 한 단위의 이동이라고 파악하고, 이 한 단위의 이동에서 물류의 기본적인 구성요소(Node, Link Carrier)를 파악한다.



<그림 1> 화물 이동의 정의

2) 조사화물과 내용적 범위

사업체를 기·종점으로 하는 화물과 소매점에서 소비자가 직접 가지고 가는 물자나 도보로 운반하는 화물은 제외한다. 물류조사는 일반지구조사, 단위지구조사, 도로노측조사를 하였고, 현황 집계 및 분석을 실시하였다. 물류 조사, 현황 집계, 분석 및 예측과의 관계는 표1과 같이 나타낼 수 있다.

<표 1> 물류 조사, 현황 집계, 분석 및 예측과의 관계

| 조사 | | 현황집계 및 분석, 예측 | |
|----------|--|---------------|--|
| 일반 지구 조사 | · 화물발착 사업소 · 화물운송업체조사 | 현황집계 | 일반지구조사 · 사업별, 업종별, 업체수등 · 업종별 화물운송업체수등 |
| | | | 단위지구조사 · 단위지구별현황 · 단위지구별 업체수, 업종구성, 용도구성, 주차장 규모등 |
| | | | 도로노측조사 · 수도권 유출입지점 · 시계유출입지점 · 주요 간선도로 등 |
| 단위 지구 조사 | · 수송중계거점조사 · 유통업무지구조사 · 도심상업지구조사 | 분석 | 일반지구조사 · 산업별, 업종별, 물동량 - 연간수송경향 - 3일간 물동량 · 업종별 화물자동차 운행특성 |
| | | | 단위지구조사 · 1일 단위지구별 화물차량 통행 특성 · 조업주차특성 |
| | | | 도로노측조사 · 지점별, 차종별, 시간대별 교통량 · 차종별 시간대별 운행특성 |
| 도로 노측 조사 | · 코드라인조사 · 스크린라인조사 | 예측 | · 발생·집중교통량의 예측 · 분포교통량의 예측 · 수송수단 분담량의 예측 · 화물차 교통량 예측 |

2. 자료 분석

1) 화물 품목 구분

품목구분은 건설교통부의 제1차 전국물류현황조사를 기준으로 도시 화물 특성을 반영할 수 있는 품목을 추가하였다. 화물품목대분류(8개)는 농수임산품등으로 구분하였고, 화물품목소분류(38개)는 농산물 등으로 구분하였다. 분류 기준은 표2과 같다.

<표2> 화물 품목 분류표

| 품목 대분류 | | 품목 소분류 |
|--------|---------|--|
| 1 | 농수임산품 | 농산물, 임산물, 축산물 |
| 2 | 광 산 품 | 석탄광물, 석회석 광물, 원유 및 천연가스 채취물 금속 광물, 비금속 광물 |
| 3 | 금속기계공업품 | 제1차 금속산업광물제품, 조립금속(기계, 장비 제외) 달리 분류되지 않은 기계·장비 사무·계산·회계용 기계, 기타 전기기계 및 전기변환 장비 영상·음향·통신 장비, 의료·정밀·광학기기 및 시계 자동차 및 트레일러, 기타 운송 장비, 컨테이너 |
| 4 | 화학공업품 | 코크스·석유정제품 및 핵연료품, 화합물 및 화학제품 고무 및 프라스틱제품, 비금속 광물 |
| 5 | 경공업품 | 음식료품, 담배제품, 석유제품, 펄프·종이 및 종이제품 |
| 6 | 잡공업품 | 가죽·가방·마구류 및 신발제품, 의복 및 모피제품 목재 및 나무제품(가구 제외) 출판·인쇄 및 기록매체 복제품, 가구 및 기타 |
| 7 | 기타 공업품 | 재생재료 가공품, 달리 분류되지 않은 기타 |
| | 기타화물 | 폐기물(산업, 건축, 생활폐기물), 우편물 택배화물, 이사화물 |

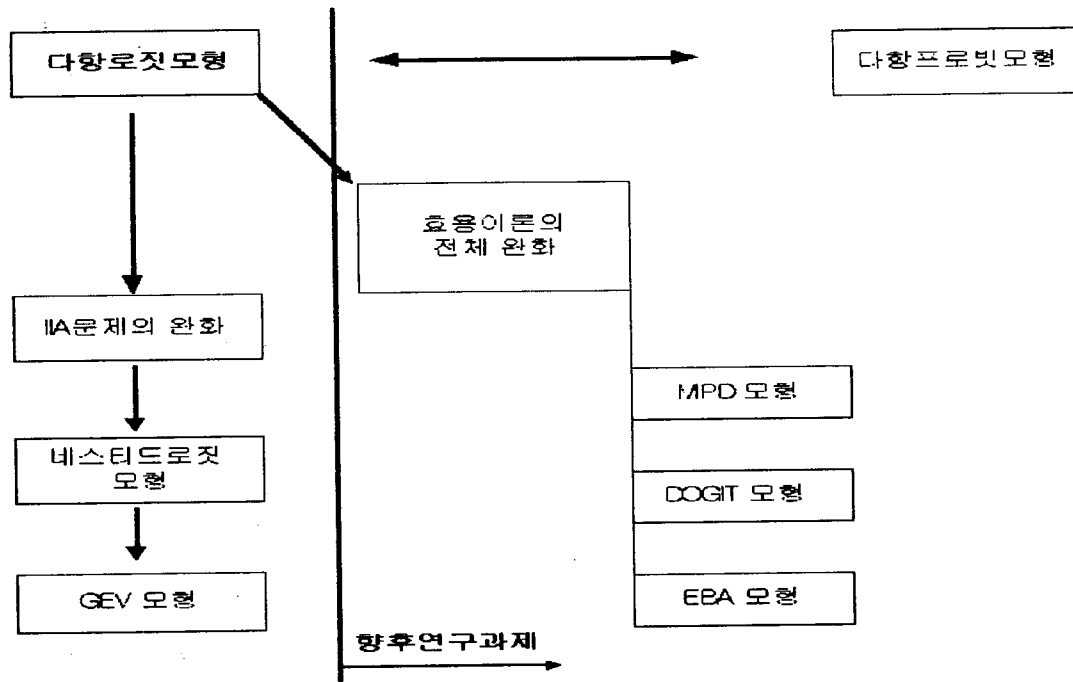
IV. 화물운송 수단선택모형의 개발

1. 수단선택모형 개발과정

모형 개발 과정은 다항로짓모형을 중심으로 로짓모형이 검토되었으며, 다음으로 다항로짓모형 보다는 이론적으로 보다 명쾌하나 계산과정이 복잡한 까닭으로 지금까지 적용이 제한되어온 다항 프로빗모형, 그리고 다항로짓모형의 IIA문제를 이론적으로 심화한 네스티드로짓, 효용이론과 정합되는 모형의 일반형태인 GEV(Generalized Extreme Value)모형 등을 들 수 있다. 이 중에서 다항 로짓모형은 확률적 효용이 정규분포라고 가정함으로써 모형의 이론적 설득력은 있으나 계산의 어려움을 가지는 것으로 평가되고 있다. 특히 세 가지 이상의 선택대안이 고려되는 이항선택의 경우에도 그러하다. 이는 여러 번에 걸친 정규밀도함수의 적분을 계산하기 어렵기 때문이다. 따라서, 이와 같은 문제점 때문에 프로빗 모형은 주로 이항선택의 상황에서 제한적으로 이용되는 것이 현실이다.

그림(2)에서 우하향으로 정리한 모형들은 효용이론의 엄밀한 전제조건을 심화한 모형들로서, 효용의 미세한 차이는 인식할 수 없다는 MPD(Minimum Perceivable Difference)모형, 효용에 좌우되지 않는 고정적인 확률의 존재를 인식한 DOGIT모형, 변수의 요인을 동시에 평가하는 구조를 부정한 EBA(Elimination by Aspect)모형 등이다. 이들 모형은 확률효용의 기본전제에 반하는 모형의 개발을 통해 실제 현상을 보다 명확히 표현할 목적으로 개발되었다.

이와 같은 개별형태모형 중에서 본 연구에서는 확률선택모형으로 다항로짓모형을 선정하였다. 선정 이유는 선택대안인 운송수단을 화물의 중량까지 고려하여 7개 수단으로 세분하였기 때문이다. 이에 따라 모형의 이론적 설득력이 높을 뿐만 아니라 IIA문제도 발생하지 않는 프로빗모형은 정산에 따른 어려움으로 사용이 제한적일 수밖에 없었다. 특히 아직까지 우리나라에는 다항로짓모형을 이용하여 화물수요모형을 추정할 사례도 없는 상황에서 MPD모형이나 DOGIT모형, 그리고 EBA모형을 사용하는 것은 기존연구와의 비교기준이 없기 때문에 모형추정결과를 적절하게 판정하기 어려운 문제가 있다.



<그림 2> 개별 행태 분석에 사용되는 모형의 분류

2. 변수선정

1) 운송수단의 분류

모형추정에 필요한 대체운송수단을 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 업종 : 자가용과 영업용으로 구분
- 적재능력 : 1톤이하, 3톤이하, 8톤미만 및 8톤이상으로 구분함.

2) 설명변수의 검토 및 선정

본 연구에서 모형적용을 위한 설명변수의 검토 및 선정은 일반지구조사에서 조사된 화물출하와 관련한 운송수단 선택특성 자료를 이용하였다. 운송 수단의 특성은 운송비용, 운송시간, 운송거리로 구분하여 고려하였다. 시내통행과 지역간통행에 대한 더미변수를 넣어 분석을 시행하였다. 또한 출하제품의 특성은 출하중량, 단위화물가격으로 구분하였으며, 사업체 특성은 3일간 출하회수, 연간출하(판매)액, 산업업종등으로 구분하였다.

3. 전체모형의 추정

설명변수의 조합에 따라 여러 가지 효용함수식을 구성할 수 있고 이들을 모두 분석에 포함시켰다. 특히 화물을 품목별로 크게 7개로 분류하여 이를 이용한 여러 대안을 다음과 같이 구성하였다.

$$V_i = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \dots + \beta_n \cdot X_n$$

4. 적합 모형 검정

먼저 본 연구에서는 앞서 정리한 효용함수식별 적용변수의 조합에 따라 전체 출하자료를 대상으로 다항로짓모형을 추정하고 모형구조의 타당성을 검토하였다. 이를 검정하기 위한 방법으로

최우추정법을 이용하였으며 최우추정법은 확률선택모형을 추정하는데에 일반적으로 사용되는 기법이다. 최우추정법에 의해 추정되는 최우추정량은 관찰된 표본이 나올 가능성을 최대로 만드는 계수 값이다. 모형이 추정되고 나면 추정된 모형이 관측된 자료를 얼마나 잘 설명하는가를 살펴볼 필요가 있다. 확률선택모형에서 모형전체의 적합도(goodness of fit)를 나타내는데는 (식)과 같은 Likelihood Ratio Index라 불리는 ρ^2 가 사용된다.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)}$$

여기서, $L(0)$ 는 모형에서 모든 계수의 값이 0일 때의 로그우도함수값이며, $L(\beta)$ 는 로그우도함수가 최대치일 때의 함수 값이다.

특히 ρ^2 값은 회귀분석에서의 R^2 와 마찬가지로 0과 1.0사이의 값을 가지며, 1.0에 가까울수록 좋은 적합도를 나타낸다. ρ^2 는 R^2 보다 일반적으로 작은 값을 갖는데 ρ^2 의 값이 0.2~0.4사이의 값을 가지면 추정된 모형이 적합한 것으로 평가할 수 있다.

V. 수단선택모형의 적용 및 분석

본 연구에서는 다항로짓모형을 추정하기 위해서 ALOGIT을 이용하였다. ALOGIT프로그램을 수행하기 위한 data를 설명한 자료가 다음(표3)와 같다. 각각의 파일에는 컬럼별로 20개의 자료가 들어있고 품목별로 크게 7개로 분류되어 있다.

<표 3> 컬럼별 자료의 구분

| 컬럼구분 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5~12 | 13~20 |
|------|---------------|---------------|------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 1 : 자가용 1톤 이하 | 화물자동차 보유대수 | 적재중량 | 더미변수 0 : 시내간 통행 1 : 지역간 통행 | 순서적으로 수단별 운행거리 | 순서적으 로 수단별 통행비용 |
| 2 | 2 : 자가용 1톤~5톤 | | | | | |
| 3 | 3 : 자가용 5톤~8톤 | | | | | |
| 4 | 4 : 자가용 8톤 이상 | | | | | |
| 5 | 5 : 영업용 1톤 이하 | | | | | |
| 6 | 6 : 영업용 1톤~5톤 | | | | | |
| 7 | 7 : 영업용 5톤~8톤 | | | | | |
| 8 | 8 : 영업용 8톤 이상 | | | | | |

1. 수단선택모형의 대안

수단선택모형을 도출하기 위해 적용한 대안은 다음 표(4)와 같다.

<표 4> 도로화물 수단선택모형의 구성

| 선택대안 | | β_1 | β_2 | β_3 |
|------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | | 출하중량 | 수송비용 | 수송거리 |
| 자가용 | 1톤 이하 | 0 | COST1 | DIST1 |
| | 3톤 이하 | TON | COST2 | DIST2 |
| | 8톤 미만 | TON | COST3 | DIST3 |
| | 8톤 이상 | TON | COST4 | DIST4 |
| 영업용 | 1톤 이하 | TON | COST5 | DIST5 |
| | 3톤 이하 | TON | COST6 | DIST6 |
| | 8톤 미만 | TON | COST7 | DIST7 |
| | 8톤 이상 | TON | COST8 | DIST8 |

영업용과 자가용 화물차량의 화물수단선택에 대하여 별도의 분석이 필요하므로 여기서는 여러 개의 대안을 입력하여 모든 경우의 수를 찾아 분석하였다.

2. 수단선택모형의 적용결과

앞서 밝힌 효용함수식을 적용한 결과 다음 표(5)과 같은 결과가 도출되었다.

<표 5> 수단선택모형의 대안별 파라메타값 추정결과

| 품목 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 출하중량 (t-value) | 0.1305 (-2.9) | 0.1744 (21.0) | 0.881E-01 (12.6) | 0.999E-01 (20.1) | 0.670E-01 (14.4) | 0.1185 (14.4) | 0.1461 (9.4) |
| 수송거리 (t-value) | -0.314E-01 (-6.6) | -0.320E-01 (-5.2) | -0.375E-01 (-19.5) | -0.137E-02 (-1.6) | -0.165E-01 (-10.1) | -0.202E-01 (-6.7) | -0.176E-01 (-3.7) |
| 수송비용 (t-value) | 0.107E-04 (2.2) | 0.343E-01 (-5.2) | 0.953E-05 (5.2) | 0.441E-06 (1.1) | 0.288E-05 (1.7) | 0.447E-05 (1.1) | 0.103E-04 (2.6) |
| LL(0) | -3907.2707 | -4851.3371 | -19823.3162 | -14383.4971 | -22986.1468 | -14360.6233 | -3121.2418 |
| LL(c) | -3366.8717 | -3995.6481 | -16257.2552 | -12906.7752 | -19966.7470 | -12205.5703 | -2831.5066 |
| ρ^2 | 0.1880 | 0.2974 | 0.2197 | 0.1260 | 0.1534 | 0.1719 | 0.1577 |

3. 농수임산품에 대한 변수간 상관관계 분석결과

<표 6> 농수임산품에 대한 변수간 상관관계 분석결과

| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 자가용 | 영업용 | 더미변수 | 운송비용 |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| 3 | 355 | | | | | | | | | | |
| 4 | 234 | 230 | | | | | | | | | |
| 5 | 322 | 289 | 114 | | | | | | | | |
| 6 | 318 | 297 | 113 | 622 | | | | | | | |
| 7 | 322 | 311 | 115 | 622 | 622 | | | | | | |
| 8 | 373 | 374 | 159 | 700 | 707 | 729 | | | | | |
| 자가용 | 14 | 17 | 11 | 129 | 117 | 110 | 116 | | | | |
| 영업용 | 19 | 23 | 26 | -145 | -125 | -110 | -105 | 137 | | | |
| 더미변수 | -79 | -101 | -67 | 317 | 261 | 217 | 193 | -34 | 212 | | |
| 운송거리 | 270 | 331 | 4 | 479 | 535 | 595 | 730 | 35 | 31 | -199 | |
| 운송비용 | 27 | 16 | -481 | 228 | 258 | 289 | 320 | 14 | -14 | -67 | 620 |

여기서는 농수임산품에 대한 상관관계만 제시했으나 다른 품목에 대해서도 거의 동일한 패턴을 보였다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

수단선택모형의 적용 및 분석결과를 살펴보면 상당히 attractive한 수치를 발견할 수 있다. 각 수단별 Correlation을 분석해보면 V장의 표와 같은 결과를 나타내었다. V장의 2절에서 각 품목별 운송거리에 대해서는 추정 값이 陰(-)으로 나타났고 운송비용에 대해서는 陽(+)으로 나타났다. 이것은 곧 효용에 관한 식에 대해서 거리에 대해선 옳은 부호를, 비용에 대해서는 반대의 부호를 나타낸다는 것을 의미한다. 다시 말하면 운송거리가 길수록 효용은 감소하고 운송비용이 커질수록 효용이 커진다는 결과를 나타낸 것이다. 유의할 것은 이같은 결과가 자료의 clearing작업없이 단순

한 sorting작업을 통해 얻은 자료를 이용하는데에 그 이유가 있을 수 있다. 모형의 타당성을 검증하기 위해서는 loglikelihood 값을 구하여 ρ^2 분석을 하였다. 여기서 각 품목별로 ρ^2 값이 약 0.15~0.3의 비교적 높은 수치를 보여주고 있으므로 어느 정도 모형이 설명력을 가진다는 것이 아울러 증명이 되었다.

V장의 3절의 상관관계에 대한 분석에서는 재미있는 결과를 도출해낼 수가 있는데, 각각을 살펴보면 con2~con4까지는 자가용을 con5~con8까지는 영업용을 의미하고 있는데 공통적으로 con8에 대해서 con5~con7까지의 값이 상당히 크게 나타나고 있다. 이것은 영업용 차량간의 상관관계가 높다는 것으로 해석할 수 있으며, 이는 곧 영업용 화물차량을 적재중량별로 구분하는 것이 의미가 없음을 의미한다. 다시 말하면 자가용 차량을 보유하고 있지 않은 회사는 다른 운송전문업체에 화물운송을 의뢰하게 되므로 출하중량에 따라 화물차량을 구분하는 것에 대해서 그다지 큰 고려를 하지 않는 것으로 해석할 수가 있다. 따라서 지속적인 분석과정에서는 영업용 차량을 모두 동일한 하나의 변수로 보고 분석을 시행하여야 할 것이며 이 작업은 상당한 반복작업을 요한다.

본 연구는 모형의 형태가 개별행태모형이고 화주의 인식요소를 모형 내에 포함하려 한 것으로 단기적인 운송환경만을 고려하였다는 점과, 특히 연구과정에서 철도와 해운, 그리고 항공운송에 대한 자료가 부족하여 이를 제외하고 공로 화물만을 그 분석대상으로 한 것은 이후의 연구과제로 남겨두어야 할 것이다.

따라서 향후 연구과제에 대한 간단한 제시를 하면,

첫째, 관측자료의 확대와 Database의 구축이 필요하다는 것이다. 본 연구에서 어려웠던 부분이 기업의 물류운송과정에 대한 자료가 구축이 되어 있지 않아서 시계열 분석을 할 수가 없었던 것이었다. 물류운송과정은 사회·경제적 여건과 밀접한 관련이 있는데 특히 우리나라와 같이 경제여건의 변화가 크게 발생한 이전과 이후에 대한 비교분석이 어려웠다. 둘째, 도시내 화물흐름을 설명할 모형이 필요하다는 것이다. 본 연구에서는 이용자료의 특성으로 인해 주로 지역간 화물흐름에 대해서 분석이 되었지만 앞으로는 도시내 또는 대도시권을 잇는 화물흐름을 조사한 자료가 준비된다면 도시내 화물운송 특성을 파악하여 지역간 화물운송의 특성과 비교하는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

• 참고문헌

1. F. R. Wilson, B. G. Bisson and K. B. Kobia(TRR1061) "Factors That Determine Mode Choice in the Transportation of General Freight"
2. Murphy and M. Farris(1993) "Time-Based Strategy and Carrier Selection" Journal of Business Logistics. Vol.14, No.4
3. Evers, D. Harper and P. Needham(1996) "The Determinants of Shipper Perceptions of Modes" Transportation Journal, Vol. 36, No. 4
4. K.W. Ogden(1992), Urban Goods Movement, Ashgate Publishing Company
5. 권오경, 김찬성, 이상권(1997) "제 1차 전국물류현황조사", 교통개발연구원
6. 유병우, 김동혁(1995) "업종별 물류성과에 영향을 미치는 물류활동요인에 관한 실증연구" 로지스틱 연구, 제 3권 제 1호
7. 교통개발연구원(1998), 물류조사 및 물류종합계획수립구상 중간보고서(3차)
8. 일본 (사)토목학회 심포지움, 사회기반으로서의 도시내 물류시스템
9. 국내 지역간 공로화물운송에 대한 행태적 수단선택모형의 개발, 서울대학교 대학원 최창호 (1998)