
Global Report

화물운송 산업에서 운송모드에 대한 통제권 위임

1. 개요
2. 방법론
3. MNL 및 LCM에 대한 결과 및 검토
4. 결론

1. 개요

운송 산업에서 고객의 선호도와 요구사항은 매우 다양하고 시간이 지남에 따라 변화가 심하지만, 이를 파악하는 것은 운송서비스 성패를 좌우하는 매우 중요한 사항이다. 특히 글로벌 비즈니스 환경에서 상품과 서비스 이용자는 공급 기반 물류시스템보다 수요자 중심의 비즈니스 전략이 확산되면서 LSPs(Logistics Service Providers : 물류서비스 제공 업체 - 운송/보관창고/맞춤형 중개/교차 도킹/반품 관리/상품 및 물류관리/서비스 배포 등 다양한 물류서비스를 제공하는 회사를 의미하며, 3PL/4PL(3rd/4th Party Logistics), ILPs(Integrate Logistics Providers) 등이 포함됨)의 중요성을 강조하고 있다[1]. 이를 위해 Veenstra 등(2012)과 Van Riessen 등(2016)은 통합 물류 네트워크의 필요성을 강조한바 있다. 그러나 운송모드와 LSP에 대한 통제권을 갖고 있는 화주들 간에 이에 대한 거부감으로 인해 운송네트워크 운영의 효율성과 유연성을 극대화하기 위한 글로벌 물류시스템에는 제한요인들이 있다. 결과적으로 이는 LSP를 통한 효과적인 수요공급 통합을 보다 어려운 과제로 만들었다. 제조, 물류, ICT 및 비즈니스 프로세스에서 비 핵심역량을 아웃소싱하는 것은 많은 산업(라오와 영, 1994)에서 일반적인 관행이다[2]. 그러나 많은 화주기업의 경우 물류 및 운송 작업은 직접 의사결정하지 않고 대부분 LSP에 아웃소싱 하고 있는 상황이다. 특히 많은 화주기업들은 대부분 LSP에 운송모드 선택에 관한 결정을 아웃소싱하지 않고 있다. 2009년 Tongzon의 보고에 의하면, 화주는 상품의 운송방법에 대한 통제권을 유지하기 위해 화물운송의 모든 측면을 결정하고 있다. 이는 2012년 Tsai 등이 지적했듯이 화주들이 운송기능을 완전히 아웃소싱하면 통제 및 가시성 등의 손실위험이 있는 것으로 인식하고 있기 때문이다. 이에 대해 2016년 Zhang과 Pei은 LSP가 싱크로 모달 운송(synchro modal transportation) 차원에서 특정 운송모드가 없이 유연성을 제공하여 운송비용을 절감하고 서비스수준을 향상시킬 수 있다고 강조하였다. 아울러 다양한 운송모드에 따른 운송시간을 줄이고 운송용량도 향상시켜 보다 강력하고 안정적이며 유연한 운송시스템을 개선할 수 있다고 강조하였다[3]. 글로벌 화주기업들이 “어떤 상황에서 어느 정도까지 LSP에 모드 및 경로선택 권한을 부여할 의향이 있느냐”는 질문에 대한 문헌연구는 없는 상황이다.

이 연구에서는 운송 및 물류 산업에서 새로운 패러다임으로 주목받고 있는 LSP에 모달 통제권을 완전히 위임하는 글로벌 계약/권한(화물운송 산업에서 운송모드에 대한 통제권 위임) 방법을 제시한다. 교통 모드/경로에 관한 결정은 LSP가 실시간으로 결정하기 때문에 싱크로 모달 운송 차원에서 이 패러다임을 검증한다. 화물운송 시스템의 운송모드 선택 결정은 싱크로 모드 운송과는 달리 주로 발송인에 의해 이루어지며 운송모드는 LSP나 다른 운송업체에서 사전에 예약된다. 따라서 싱크로 양식과 같은 운송시스템에서 운송모드의 가용성에 따라 실시간 교통수단 의사결정이 이루어지기 때문에 운송실행 전에 LSP에 의해 사전인식을 제공 할 수 없다. 이러한 싱크로 양식의 독특한 특성은 글로벌 운송시스템의 전반적인 효율성, 유연성 및 성능을 극대화하기 위해 운송모드 및 경로제어에 완벽하게 활용할 수 있다. 이때 화주기업은 운송실행 후 자사의 운송 상품에 대한 적용모드와 경로를 인식 할 수 있다. 즉, 화주기업은 LSP에 의해 제공되는 추적기능을 통해 운송모드 선택에 따른 운송서비스 예약 등 교통모드를 선택할 수 있다.

이 연구에서는 2017년 Fortune magazine에서 선정한 글로벌 포춘지 선정 500대 기업(Global Fortune 500 companies)과, 2011년 Logistics Quarterly magazine에서 선정한 40대 글로벌 LSP(40 largest global LSPs)의 주요 고객기업 중 대규모 운송량을 차지하는 다양한 산업 및 상품유형을 포함한 체계적인 연구를 진행하였다. 이러한 글로벌 운송사업자들 사이에서 조사한 SP(Stated Preference : 명시적인 선호도) 데이터는 운송모드 선택을 위한 접근방식에서 운송서비스 선택 접근법으로 변경하고자 하는 의사결정 행태를 분석하는 데 다음과 같이 매우 유용하게 이용될 수 있다.

- 다중 로그 모델링 방법은 비용/대중교통시간/신뢰성(정시성)/교통수단 제어/유연성(변경 가능성,

적응성)/부가가치 서비스와 같은 싱크로 모달 운송서비스의 주요특성에 관한 운송사업자의 선호도를 추정하는 데 이용될 수 있다.

- 잠재적 클래스 모델링은 각 클래스 내에서 화주기업들의 선호도에 나타나지 않는 이질성을 포착하는 데 이용될 수 있으며, 아울러 다른 운송특성에 대한 지불의지를 측정하는 데에도 이용될 수 있다.

2. 방법론

2.1. 계량경제학적 접근방식

운송 산업에서 대부분의 이산 선택 모델링(discrete choice modeling) 응용프로그램은 RUM(Random Utility Maximization : 무작위 유틸리티 최대화) 패러다임을 기반으로 하고 있다. RUM은 의사결정자를 위한 대안의 유용성(U)을 고려하여 $U_{ki}=V_{ki}+\varepsilon_{ki}$ 로 계산할 수 있다. 여기서 V_{ki} 는 의사결정자 k 에 대한 대체안 i 의 체계적이고 관찰 가능한 유틸리티이며, ε_{ki} 는 개별 k 의 선택에 분석에 의해 관찰되지 않은 요인을 나타내는 용어이다. 용어의 분포에 대한 가정에 기초하여 다중 로그, 중첩 로그, 혼합 로그 및 프로비트를 포함한 다양한 모델 패밀리를 선택확률 공식에서 얻을 수 있다. MNL(Multi Nomial Logit)은 유형 i 의 확률밀도함수와는 독립적이고 동일하게 분산된 k 의 추가가정을 기반으로 한 모델의 가장 기본적인 형태이다. 전술한바와 같이 클래스(s)에 대한 화주기업(i)의 각기 다른 선호도에 대한 이질성을 검증하기 위해 LC 모델링 접근법을 적용하여 의사결정자를 위한 대안의 유용성(U)은 (식 1)과 같이 계산할 수 있다:

$$U_{ik|s} = \alpha_{k|s} + \beta'_s X_{ik} + \varepsilon_{ik|s} \quad \dots\dots\dots (식 1)$$

여기서 $\alpha_{k|s}$ 는 세그먼트별 상수, β_s 는 세그먼트 s 에 대한 유틸리티 파라미터의 벡터 값, X_{ik} 는 의사결정자(i)의 대체안(k)에 대한 독립적인 변수의 벡터 값이다. $i/k/s$ 는 유틸리티 함수의 IID(Independently and Identically Distributed : 독립적으로 동일하게 분산된) 오류용어이다. 운송사업자(i)에 의해 각 클래스 내에서 대체안(k)을 선택할 확률은 (식 2)와 같이 계산할 수 있다:

$$P_{(ik|s)} = \frac{\exp(\alpha_{k|s} + \beta'_s X_{ik})}{\sum_{k \in K} \exp(\alpha_{k|s} + \beta'_s X_{ik})} \quad \dots\dots\dots (식 2)$$

2.2. 파일럿 연구

현재 운송 산업의 대안을 찾는 파일럿 연구를 위해 두 가지 가상 싱크로 모달 운송서비스(hypothetical synchro modal transportation services)에 대한 화주기업들의 선호도를 파악하여 사전 통찰력을 얻기 위해 직교SP실험(orthogonal SP experiment)을 수행하였다. 이 실험에는 운송비용, 운송시간 및 안정성, 제어 및 유연성 지수를 나타내는 싱크로 운송 수단의 특수한 특성, VAS(Value-Added Services : 부가가치 서비스)와 같은 운송수단 선택의 일반적인 특성이 포함되었다. 이러한 특성들은 다음과 같이 정의한다.

- 종단비용(End-to-end cost)은 원산지에서 목적지까지 TEU(20 피트 컨테이너)를 배송하기 위해 지불된 총금액을 의미함 (Arencibia 등이 2015년에 발표한 자료를 적용함)
- 종단 간 운송시간(End-to-end transportation time)은 운송화물의 첫 번째 출발지에서 최종 목적지까지의 기간을 의미함 (Arencibia 등이 2015년에 발표한 자료를 적용함)

- 신뢰성은 목적지에서 화물 및 상품의 정시 배달 정도를 나타내는 지수를 의미함 (Arencibia 등이 2015년에 발표한 자료를 적용함)
- 통제는 원하는 운송모드 및 운송경로를 결정하는 화주기업의 권한수준을 의미함
- 유연성은 운송서비스 예약을 완료하기 전에 운송서비스의 필수 변경사항을 효과적으로 이행하고 상품이 목적지로 가는 동안 운송서비스의 기능으로 정의됨
- VAS(부가가치 서비스)는 LSP에서 제공하는 운송 상품의 추적 및 보관, 세관 및 포장 등을 포함한 보조서비스를 의미함 (2009년 Rose 등이 제시)

파일럿 연구를 위한 싱크로 운송수단 서비스의 속성과 서비스수준을 <표 1>에 나타낸다. 각 싱크로 운송수단 서비스 대안에는 세 가지 레벨(프리미엄 고객/잠재 고객/현재 서비스수준)에 따라 6가지 특성(Door-to-door 운송비용[\$]/Door-to-door 운송시간[일]/운송모드 및 경로제어(서비스수준)/운송사업자의 필수 변경사항에 대한 조정유연성(서비스수준)/정시운송의 신뢰성 (납품시간)[%]/부가가치서비스(추적, 세관 등) (서비스수준))이 있다. 화주기업들이 이용하고 있는 현재 운송서비스에 비해 운송비용, 운송시간 및 신뢰성이 양수(증가) 또는 음수(감소) 비율로 반영되어 있다. 제어, 유연성 및 VAS의 특성 수준은 2007년 Danielis과 Marcucci, 2015년 Arencibia 등이 제시한 유연성 및 빈도와 같은 특성에 대한 서비스수준 개념을 기반으로 하였다.

<표 1> 파일럿 연구를 위한 싱크로 모달 운송서비스의 속성과 서비스수준

특성	싱크로 모달 운송서비스		현재 서비스수준
	프리미엄 고객	잠재 고객	
Door-to-door 운송비용[\$]	+1%	Current level	현재서비스 유지
	+2%	-1%	-
Door-to-door 운송시간[일]	-10%	+20%	현재서비스 유지
	-20%	Current level	-
	-30%	-20%	-
운송모드 및 경로제어(서비스수준)	통제 불가	통제 불가	현재서비스 유지
	낮음	Low	-
운송사업자의 필수 변경사항에 대한 조정유연성(서비스수준)	낮음	No flexibility	
	-		
	높음	중간	현재서비스 유지
정시운송의 신뢰성 (납품시간)[%]	+10%	-10%	현재서비스 유지
	+20%	+10%	-
부가가치서비스(추적, 세관 등) (서비스수준)	낮음	No VAS	현재서비스 유지
	높음	중간	-

* 자료 : Masoud Khakdaman, Jafar Rezaei, Lorant A. Tavasszy, "Shippers' willingness to delegate modal control in freight transportation", Transportation Research Part E 141 (2020) 102027, p.6.

3. MNL 및 LCM에 대한 결과 및 검토

다항 로짓모델(MNL, Multi Nomial Logit) 및 잠복 클래스 모델(LCMs, Latent Class Models)에 대한 추정결과는 MNL 모델의 파라미터(제어/유연성/신뢰성/VAS 증가/비용 및 시간) 값의 증가를 위한 음수 유틸리티에 포함된다. 특히 운송비용, 운송시간, 제어 및 유연성 등에 대한 예상 가치는 매우 중요한 인자이다. 현재 운송서비스에 대한 ASC(Alternative-Specific Constant : 대체 특정상수)의 예상 값은 일부 화주기업의 운송방법 선택에 영향을 주는 인자이다. <표 1>에 나타난 것처럼 운송비용, 운송시간 및 유연성은 모든 특성 중에서 상대적으로 더 중요한 의미를 갖는다. 잠재 클래스 모델은 다양한 특성에 대

한 화주기업들의 선호도에 대한 모호성을 명확히 하고, 이질성을 완화시키기 위해 개발되었다. MNL과 LCM에 대한 결과를 추정하기 위해 실시한 설문조사에서 응답자의 78%가 우선적으로 교통수단을 결정한다고 응답했다 이는 현재 대안에 대한 높은 수준의 운송수단 제어를 고려할 필요가 있음을 시사하고 있으며, 이러한 시사점(가정)은 기존 문헌과도 일치함을 알 수 있다. 모델링에 레이블이 지정되지 않은 것은 두 싱크로 운송수단 대안에 대해 ASC를 고려하지 않고 일반적인 대안으로 포함시켰기 때문이다. 이는 웹 기반 선택실험에서 세 가지 레벨(프리미엄 고객/잠재 고객/현재 서비스수준)에 따라 싱크로 운송수단 서비스를 명명했기 때문이다. 따라서 브랜드효과 측면에서는 차이가 없다고 볼 수 있다.

4. 결론

이 연구의 목적은 화물운송 산업 분야의 화주기업들 사이에서 관심이 집중되고 있는 공급망 경쟁력을 향상시키기 위한 운송서비스에서 많은 가치를 창출하기 위한 것이다. 운송서비스의 변화를 선호하는 화주기업들의 물류 및 운송서비스를 혁신하기 위해 2017년에 선정된 글로벌 포춘지 500대 기업과, 2011년에 선정된 40대 글로벌 LSP의 주요 고객기업 중 대규모 운송량을 차지하는 다양한 산업 및 상품유형을 포함한 체계적인 연구를 강화한 것이다. 그들이 내리는 전략적 결정은 경쟁사와 고객뿐만 아니라 글로벌 시장에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 그 결과, 이러한 글로벌 리더 화주기업들의 선호도가 어느 시기에 가면 관련 업계에서 널리 확산될 것으로 예상된다. 특히 패러다임이 빠르게 변화하고 있는 운송수단 제어권 위임방식에서 더 큰 효과를 나타낼 수 있는 새로운 연구가 수행 될 수 있다. 연구자들은 더 나아가 특정 산업이나 지리적 영역 또는 더 다양한 상품유형에 집중할 수 있으며, LSP와 공급망 행위자 간 안전 및 보안과 아울러 신뢰 및 협업을 통해 운송사업자 간 비용 및 이익을 공유할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

이 연구에서는 잠재적 클래스 분석기법을 이용하여 글로벌 항만에서 특정 조건에 따라 화주기업들이 서비스 제공자에게 화물의 운송모드에 대한 통제권을 위임하려는 화주 및 선주의 설문조사 결과를 제시하였다. 이를 위해 잠재적 클래스 분석기법을 이용하여 화물 운송경로를 4개 시장으로 분류하여 화물운송 특성을 파악함으로써 글로벌 공급망의 요구를 충족시키고자 하였다. 이 연구결과는 국내 대규모 화물운송 관련 기술정책에 벤치마킹 자료로 활용할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] Black, I.G., Halatsis, A., 2001. A demand driven freight transport system for the supply chain. In: Intelligent Transportation Systems. Proceedings. 2001 IEEE. IEEE, pp.954-958.
- [2] Rao, K., Young, R.R., 1994. Global supply chains: factors influencing outsourcing of logistics functions. Int. J. Phys. Distribut. Logist. Manage. 24 (6), 11-19.
- [3] Zhang, M., Pei, A.J., 2016. Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of Rotterdam. J. Transport. Geogr. 52, 1-10.
- [4] Rose, J.M., Bliemer, M.C., 2009. Constructing efficient stated choice experimental designs. Transport Rev. 29 (5), 587-617.
- [5] Tongzon, J.L., 2009. Port choice and freight forwarders. Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev. 45 (1), 186-195.

<원문제목> Shippers' willingness to delegate modal control in freight transportation

<원문출처> Transportation Research Part E 141 (2020) 102027