

항공산업 공급체인의 수요정보 왜곡현상에 관한 연구 A Study on Demand Information Distortion in Airline Industry Supply Chain

백승기*, 유성찬**, 박명섭***

*고려대학교 강사(nguyen@korea.ac.kr), **고려대학교 강사(scyoo@korea.ac.kr)

***고려대학교 경영학과 교수(mspark@korea.ac.kr)

Abstract

The supply chain of the airline industry includes multiple airline companies, travel agencies and customers. Various air fares are offered by travel agencies. The travel agencies grant deposit to the airline company in advance and preoccupy seats with deep discount, which called group-discount-ticket. The group-discount-ticket offers the lowest air fare but it does not base on real demand. So the information flow generated by group-discount-ticket can cause the information distortion in airline supply chain. This study analyzes the bullwhip effect in the airline industry. A mathematical model is formulated and managerial suggestions is provided.

1. 머리말

항공산업은 2001년 9.11 테러와 중증호흡기증후군(SARS)의 영향으로 최근 커다란 도전에 직면하고 있다. 하지만, 주5일 근무제 도입으로 인해 여가에 대한 수요와 삶의 질 향상육구 상승으로 항공산업의 전망은 비교적 밝다고 할 수 있다.

항공산업에서 대표적으로 사용되는 성과측정지표로는 탑승율(load factor)이 있다. 탑승율이란 항공기의 수송능력(capacity)과 실제 이용한 사람수의 비율을 말한다. 따라서 탑승율이 100%에 가까우면 가까울수록 항공사의 수익은 증가한다. 그런데 조선일보 6월 22일자 보도에 따르면, 2002년 기준으로 전세계 항공산업의 평균적인 탑승율은 70% 내외라고 한다. 특히 각 항공사에서 발표한 2002년 실적보고에 따르면, 항공여행의 최성수기인 8월의 탑승율이 80%에 머무는 것으로 나타나고 있다. 이러한 현상은 항공산업의 공급체인상 무언가 문제가 있음을 의미한다.

항공권의 공급체인은 항공사와 여행사 그리고 고객으로 이루어진다. 이중 여행사는 도매여행사와 소매여행사로 나누어진다. 고객은 항공사에 직접 접촉하여 항공권을 구매하지만, 국제선의 경우 여행사쪽이 더 좋은 가격을 제시한다. 여행사는 저렴한 가격의 단체할인항공권(group discount ticket)을 고객에게 공급함으로써 모객한다. 이러한 단체할인 항공권은 고객의 예약이전에 항공사에서 임의로 확보한다. 따라서 항공산업의 공급체인상에서 실제 수요에 근거한 수요정보가 아닌, 여행사에서 임의로 설정한 수요정보에 근거한 정보흐름이 생기게 된다.

본 연구는 이러한 현상을 공급체인상 정보왜곡(information distortion)으로 설명해 보고자 한다. 즉 제조업의 공급체인에서 이미 활발히 연구되고 있는 채찍효과(bullwhip effect)가 항공산업에도 존재하고 있음을 보이고자 한다. 본 연구는 국제선을 중심으로 항공산업을 공급체인의 관점에서 정리하고, 공급체인상 발생하는 수요정보 왜곡현상의 원인 및 개선안에 대해 분석하고자 한다. 이러한 개선안은 서비스산업 연구에 대한 새로운 전략적 접근이 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 다섯 개의 절로 이루어져 있다. 제2절에서는 채찍효과와 항공산업의 공급체인에 관한 관련문헌을 검토하고, 제3절에서 항공산업의 공급체인에 대한 정리를 시도한다. 그리고 제4절과 제5절에서 수요정보왜곡현상에 대한 수리모델을 제시하고 분석해 본 다음 제6절에서 글을 맺고자 한다.

2. 관련문헌연구

2.1 수요정보 왜곡현상

Lee et al.(1997)은 Forrester(1961)이후 연구되어온 공급체인 내 정보왜곡현상을 정리하고 이를 채찍효과(bullwhip effect)라고 이름 붙였다[1]. Cachon(1999)에서는 수요에서 발생하는 변인을 줄

이기 위해 예정주문(scheduled ordering)을 사용한 모델을 제시하고, 채찍효과 감소의 효과를 측정하였다[2]. 이후 이루어진 Lariviere와의 합동연구(1999)에서는 주로 공급량을 초과하는 주문이 들어온 경우 발생하는 공급업자의 할당(allocation)에 대해 다루었다. 게임이론을 적용하여 소매상의 과거 판매량을 기초로 공급량을 할당하는 방법을 다룬 논문(Chchon & Lariviere(1999))도 제시되었다[3]. 또한 Metters(1997)는 계절성과 묶음주문(order batching)이 채찍효과에 미치는 영향을 실제 데이터를 이용하여 분석하였다[4]. 하지만 보다 정교한 수학적 모형을 사용한 분석은 Chen et al.(2000)의 연구에서 시도되었다. 이 연구는 단일 제조업자와 단일 소매업자로 이루어진 단순한 공급체인을 가정하고, 수요예측과 주문리드타임을 수요정보왜곡의 주요한 요인으로 가정하고 모형을 구성하여 분석하고 채찍효과를 감소시킬 수 있는 전략으로서 수요정보의 집중화를 제시하였다[5].

전술한 기존연구를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 수요정보의 왜곡현상에 관한 연구는 제조업을 중심으로 이루어져 왔다. 둘째, 채찍효과와 관련된 연구주제(research issues)는 주로 채찍효과의 측정과 감소방안이 주류를 이루고 있다. 셋째, 채찍효과의 측정방법으로는 주로 통계학적 기법이 사용되었고, 주로 분산(variance)의 분석이 사용되었다. 이러한 검토를 종합하여 볼 때 제조업이 아닌 서비스산업에서 발생하는 수요정보의 왜곡현상에 대한 연구는 아직 본격적으로 이루어지지 않고 있다고 할 수 있다.

3. 항공산업의 공급체인

3.1. 항공권의 종류

항공산업은 고객에게 항공기의 좌석을 판매하여 수익을 영위한다. 따라서 항공산업 공급체인상에서 발생하는 자재흐름은 항공기의 좌석을 대상으로 하고, 구체적으로는 항공권이라는 형태를 사용한다.

고객이 국제선 항공권을 항공사로부터 직접 구입하는 항공권을 정규항공권(normal ticket)이라 한다. 정규항공권은 통상 1년간의 유효기간을 가지며 별다른 제약이 없다. 하지만 시중 여행사에서는 동일 구간에 대해 정규항공권보다 월등한 할인을 제공하는 제약항공권(excursion ticket)을 판매하고 있다. 제약 항공권은 사용기간에 제약이 있으며 환불도 되지 않는다는 단점이 있지만, 가격이 저렴하다는 점에서 인기가 있다. 제약항공권의 특수한 형태로 단체항공권(group ticket)이라는 것이 있다. 단체항공권은 여행사가 항공사로부터 일정한 수의 좌석을 블록(block)으로 미리 잡고 항공권을 판매하는 것을 말한다. 이러한 단체항공권을 구입한 사람들은 출발일과 도착일이 같은 여정을 갖게 된다. 그리고 단체항공권은 제약항공권에 비해 할인의 폭이 크다.

3.2. 항공산업의 공급체인

항공산업의 공급체인은 항공권 발매방식에 따라 다르게 구성된다. 이들에 대해 살펴보기로 한다.

1) BSP방식

BSP(billing settlement plan)방식이 ATR(air ticket request)방식과 다른 점은 항공사가 직접 여행사와 접촉하지 않는다는 점이다. 즉 항공사는 항공권의 불출 및 대금 수수를 BSP 사무국과 외환은행에 위탁한다. BSP방식의 경우 공급체인은 다수의 항공사, 다수의 여행사 그리고 한국의환은행으로 이루어진다. 즉 항공사-BSP, 한국의환은행-여행사라는 공급체인에서 자재의 흐름은 BSP사무국이, 자금의 흐름은 한국의환은행이 관리한다.

2) ATR방식

이 방식은 단일여행사와 단일항공사로 이루어진 공급체인을 갖는다. 여행사는 고객의 요청이 있으면 ATR계약을 맺은 항공사의 예약시스템을 통해 좌석 여부를 확인하고 판매의사결정을 내린다. 그리고 나서 고객으로부터 대금을 수취하면 항공사에 가서 항공권을 발급 받아 고객에게 전달한다.

3) 항공권 보유방식

항공권 보유방식은 BSP방식과 유사하지만 항공권을 발매할 수 있는 대상이 담보를 설정한 항공사에 국한된다. 즉 자신이 설정한 담보만큼 항공사의 일련번호가 인쇄된 전산항공권(transitional automated ticket, TAT)을 수령한 후, 해당 항공사의 CRS(computerized reservation system)를 통해 고객의 좌석을 예약한다. 예약이 확정되면 CRS와 연결된 STP(satellite ticket printer)를 통해 항공권을 발행한다.

4) 여행사 대리점 방식

규모가 큰 여행사는 특정 항공사에 대해서는 협상력을 발휘할 수 있어 저렴한 항공권을 다량으로 보유하고 있는 경우가 있다. 그리고 BSP에 가입하거나 항공권 보유방식을 이용하기 위해 필요한 담보가 부족한 신생 여행사의 경우는 힘있는 대형 여행사와 대리점 계약을 맺는 것이 유리하다. 각 대리점은 대형 여행사에게 발권을 의뢰하여 항공권을 발행받아 고객에게 제공한다.

4. 수요정보 왜곡현상

4.1. 제조업의 수요정보 왜곡현상

수요정보 왜곡현상은 제조업을 중심으로 폭 넓은 연구가 진행되어 왔다. Lee et al.(1997)의 연구에 뒤 이은 Chen et al.(2000)의 연구는 생산자와 소매업자로 이루어진 공급체인에서 발생하는 수

요정보 왜곡현상을 수요변동에 대한 공급체인 각 단계의 주문량 변화의 비율로 파악하였다.

수요정보 왜곡현상 : $\frac{Var(q)}{Var(D)}$

D : 수요, q : 주문량의 변화량

즉 수요의 변화에 비해 주문량의 변화가 더 크다면, 즉 $\frac{Var(q)}{Var(D)} > 1$ 이면, 채찍효과가 발생한 것으로 파악하였다.

과거의 실적을 기준으로 미래를 예측하는 수요예측기법은 최근의 수요변동에 대해 민감하게 반응한다. 여기에 결품에 대비한 안전재고를 보유하는 재고정책으로 인해 실수요보다 많은 양의 주문정보를 상위 공급체인에 전달하게 된다. 이러한 현상이 다단계(multi-stage)를 거치면서 증폭의 크기가 증가하여 수요정보의 왜곡현상이 발생하게 된다.

4.2 항공산업에서 주문정보의 왜곡

항공산업에서는 CRS를 통해 예약을 받기 때문에 원칙적으로 수요예측을 통해 예약할 좌석의 수를 미리 결정하는 경우는 없다. 하지만 항공산업은 계절적인 요인의 영향을 크게 받는 산업이다. 즉 여름휴가철이나 연말연시 성수기에는 좌석이 부족하여 할당(allocation)을 통해 좌석을 배분하지만, 비수기에는 판매촉진을 강화할 정도로 좌석이 남아돈다. 이 때문에 항공산업에서는 비수기 항공권 판매실적에 따라 성수기 좌석의 배분을 실시하기도 한다.

고객이 탑승하지 못한 항공기 좌석을 Spoilage라고 한다. Smith et al.(1990)의 연구에 의하면 spoilage가 발생하는 가장 큰 원인은 고객의 예약취소(cancellation), 예약부도(no-show) 등이라고 한다[6]. 즉 고객이 예약한 항공편을 타지 않기 때문이라는 사실이다. 이러한 현상은 왜 발생하는 것일까?

항공산업에서 성수기는 직장인들의 휴가기간이 집중된 여름철이나 연말연시이다. 즉 성수기 항공여행객의 주류는 휴가여행객이다. 휴가여행객은 시간에 대해 덜 민감하기 때문에 비즈니스 여행객보다 가격에 더 민감하다. 따라서 이들이 주로 사용하는 것은 할인의 폭이 가장 큰 여행사의 단체항공권이다.

여행사의 단체항공권은 여행출발일 이전에 모객이 완료된 단체관광객을 위해 항공사로부터 인원할인을 받아 제공되는 항공권이다. 하지만 많은 여행사들은 단체관광을 하지 않아도 여정이 비슷한 인원에게 단체항공권을 판매한다. 즉 항공사로부터 여행객의 명단을 통보하여 단체관광을 위한 좌석블록(block)을 잡아 좌석을 확보한 후, 일반 여행객에게 판매한 다음 승객명을 변경하는 방법을 사용한다. 단체항공권은 출발 1일전에 항공운임을 납부하고 항공권을 발권받아야 한다. 하지만 만약, 할당받은 좌석 블록만큼 여행객을 모집하지 못하면 미리 잡아 놓은 좌석 블록을 해제하여야 한다. 좌석 블록이 10석에서 15석 사이인 점을 감안하면,

항공사는 여행사의 모객 실패로 인해 갑작스런 예약취소사태에 직면하게 된다. 이러한 현상으로 인해 성수기 항공기의 탑승율이 80%대에 머무는 것으로 판단된다.

5. 분석 및 토론

5.1 모형

항공산업의 수요정보 왜곡현상을 파악하기 위해, 가상의 항공권 공급체인을 설정한다. 이 공급체인은 하나의 항공사와 하나의 여행사로 구성되어 있으며, 오직 단체할인 항공권만을 취급한다고 가정한다. 여행사는 항공사로부터 좌석을 확보하기 위해 항공권 (y) 1매당 c의 예치금을 지불한다. 항공사는 항공권 1매당 r의 수수료를 지불한다. 고객의 수요와 항공사의 항공권 재고보유는 모두 확률분포로 주어진다고 하자. 이 경우 항공사의 순수익(net revenue)은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$NR = rE \min\{D, y\} - cy - cE(y - D)^+$$

r : 항공권 1매 판매당 받는 수수료

D : 항공권의 고객수요

y : 여행사의 항공권 재고

c : 항공권을 확보하기 위해 항공사에 지불한 예치금(deposit)

최적재고량을 구하기 위해 기업의 한계수익(marginal revenue)과 한계비용(revenue cost)가 일치하는 점을 찾아보도록 한다.

$$\begin{aligned} MR &= \frac{d}{dy} (rE \min\{D, y\}) \\ &= r \frac{d}{dy} \left[\int_0^y D f(D) dD + \int_y^\infty y f(D) dD \right] \\ &= r \frac{d}{dy} \left[\int_0^y g(D) dD + \int_y^\infty y f(D) dD \right] \\ &= r \frac{d}{dy} [G(y) - G(0) + y(F(\infty) - F(y))] \\ &= r[yf(y) + (1 - F(y)) - yf(y)] \\ &= r(1 - F(y)) \\ MC &= \frac{d}{dy} [cy + cE(y - D)^+] \\ &= c + c \frac{d}{dy} \left[\int_0^y y f(D) dD - \int_0^y D f(D) dD \right] \quad \text{put } Df(D) = g(D) \\ &= c + c \frac{d}{dy} [y(F(y) - F(0)) - G(y) + G(0)] \\ &= c + c \frac{d}{dy} [yF(y) - G(y)] \\ &= c + c[F(y) + yf(y) - yf(y)] \\ &= c + cF(y) \end{aligned}$$

MR=MC를 만족하는 수식은 다음과 같다.

$$F(y^*) = 1 - \frac{c}{r}$$

$F(y^*) = f(D \leq y^*)$ 이므로, F가 증가함수(strictly increasing)라면 y^* 는 유일하다. 또한 결품

이 발생할 확률은 $1 - F(y')$ 이므로 $\frac{2c}{r+c}$ 가 된다. 즉 여행사는 $\frac{2c}{r+c}$ 의 확률로 고객의 좌석요구에 응하지 못할 것을 염려하여 $\frac{r-c}{r+c}$ 의 확률로 필요 이상의 좌석을 확보하게 된다. 따라서 $\frac{r-c}{r+c}$ 의 확률만큼 수요정보의 왜곡현상이 발생할 수 있다.

5.2 분석 및 토론

1) 항공산업에서 수요정보 왜곡현상의 원인

항공사가 여행사에 지급하는 항공권 판매수수료는 항공권 판매액의 9% 내외에서 책정된다. 하지만 좌석을 선점하기 위해 항공사에 지급하는 예치금은 정확한 기준이나 규칙 없이 집행되어 왔다. 즉 항공사는 과거의 영업실적에 따라 여행사에 단체항공권 좌석을 배분한다. 이 때 좌석 배분의 기준으로 주로 사용되는 것이 여행사 담당자의 영업능력이었다. 일부에 한해 예약취소를 우려해 예치금을 받아왔다고 한다. 예치금의 규모는 좌석당 몇 만원 하는 식으로 주먹구구식으로 책정되어 왔다. 본 연구에서는 고객의 수요이상으로 항공권 좌석을 확보하고 있을 확률을 계산한 결과, $\frac{r-c}{r+c}$ 라는 수식을 얻을 수 있었다. 이 수식을 기반으로 판단할 때 항공권 확보를 위한 예치금의 금액을 올리면 올릴수록 여행사에 의한 수요정보의 왜곡현상은 감소하는 것으로 나타난다. 즉 여행사는 예치금의 금액과 항공권 판매를 통해 얻는 기대수익을 비교하여 기대수익이 작으면 항공권 좌석의 선확보를 포기하는 행동을 보이게 된다는 것이다. 하지만 예치금의 금액을 올리면 올릴수록 고품확률 $\frac{2c}{r+c}$ 도 증가하게 되기 때문에 고객만족의 측면에서 볼 때 소비자는 보다 저렴한 가격의 단체할인항공권을 구입할 기회를 상실하는 결과를 초래한다. 따라서 고품확률과 초과재고 확률이 일치하는 지점, 즉 $r=3c$ 인 수준으로 예치금을 올리면 수요정보 왜곡현상을 최소화 할 수 있음을 알 수 있다.

6. 결론 및 추후연구과제

6.1 연구의 요약

본 연구는 항공산업에서 발생하는 수요정보 왜곡현상의 원인을 가장 저렴한 단체할인항공권의 예약취소로 가정하고 분석을 진행하였다. 그 결과 항공산업 공급체인상 수요정보의 왜곡이 발생하는 원인이 여행사가 항공편의 좌석을 선점하기 위해 지불하는 예치금과 항공사로부터 받는 판매수수료 사이에 있음을 발견할 수 있었다. 즉 여행사는 판매수수료보다 저렴한 예치금을 지불하기 때문에 실수요 이상의 좌석을 선점하고자 한다. 그 결과 항공편의 출발이 임박하여 예약을 취소함으로써 항공사로 하여금 해당 좌석의 판매기회를 상실하게 하는 결과를 초래했다. 하지만 항공사가 여행사에

제공한 단체할인좌석은 항공편의 여유좌석을 이용하는 것이다. 따라서 예치금을 지나치게 올리면 여행사의 좌석인수폭이 줄어들고 그 결과 경제적인 여행을 원하는 고객들의 만족을 이끌어 낼 수 없게 된다. 결국 항공사는 여행사에게 단체할인좌석을 제공할 때, 항공노선의 수익성, 성수기 여부, 향후 탑승 증가율 등을 종합적으로 고려하여 적정 수준의 예치금을 가져가는 동적예치금전략이 필요하다고 할 수 있다.

6.2 추후연구과제

항공사가 성수기 좌석을 여행사에 할당할 때 사용하는 가장 중요한 자료는 비수기 여행사의 판매실적이다. 하지만 본 연구에서는 단일의 항공사와 단일의 여행사가 있는 모형을 가정했기 때문에 복수 여행사의 판매실적에 따른 좌석배분의 변화를 분석할 수 없었다. 따라서 둘 이상의 여행사로 이루어진 공급체인을 가정하고 각각의 판매실적이 상이할 때 최적 재고수준과 수요정보 왜곡현상에 대한 분석이 필요하리라고 생각된다. 이러한 연구는 제조업에서 경쟁구조의 공급체인상 최적 재고수준의 결정이라는 주제로 활발히 연구되고 있다. 특히 게임이론을 도입한 동적분석연구(dynamic analysis studies)가 주목된다. 이러한 제조업의 연구 성과를 서비스업에 도입한 연구가 향후 요망된다.

7. 참고문헌

- [1] Hau L. Lee, V. Padmanabhan, Seungjin Whang, Information Distortion in a Supply chain : The Bullwhip Effect, *Management Science* Vol. 43, No. 4, April 1997
- [2] Gerard P. Cachon, Managing Supply Chain Demand Variability with Scheduled Ordering Policies, *Management Science* Vol. 45, No. 6, June 1999
- [3] Gerard P. Cachon, Martin A. Lariviere, Capacity Choice and Allocation : Strategic Behavior and Supply Chain Performance, *Management Science* Vol. 45, No. 8, Aug. 1999
- [4] Metters, Quantifying the bullwhip effect in supply chains, *Journal of Operations Management* Vol 15, 1997
- [5] Frank Chen, Zvi Drenznar, Jennifer K. Ryan, David Simchi-Levi, Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain : The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information, *Management Science* Vol. 46, No. 3, March 2000
- [6] Barry C. Smith, John F. Leimkuhler, Ross. M. Darrow, Yield Management at American Airlines, *Operations Research*, 1990