

<論文>

항공운송산업의 생산성 향상, 기술 진보 및 효율성 변화 분석 - 맘퀴스트(Malmquist) 방법을 중심으로 -

이영수*, 김제철**

Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Air Transport Industry

Y. S. Lee, J. C. Kim

Abstract

본 연구는 국적항공사를 포함하여 지난 1998~2001년까지 세계 주요 항공사들의 생산성의 변화 추이가 어떻게 전개되었고, 어떤 요인에 의해 영향을 받았는지를 분석하였다. 특히, 1997년 금융위기 이후 생산성의 변화에 주안점을 두었다. 추정결과, 우선 세계 주요 항공사들은 1998~2001년 기간 동안 약 0.3%의 생산성 하락을 기록하였고, 이러한 생산성의 변화는 생산 프론티어에 비해 0.9% 악화된 반면, 산출물을 생산하는 기술 수준은 0.6% 확대된 것으로 분석되었다.

다음으로, 항공사의 '유상톤키로미터' 기준에 의한 규모별 생산성 증가율은 소형규모(group1)와 대형규모(group6)에 속한 항공사들에서 각각 3.5%, 2.1% 하락한 것으로 나타났다. 반면, 중형사들은 생산성의 증가가 이루어진 것으로 제시되었다. 또한, 기간별로는 1997년 금융위기 이후 1998년과 1999년은 각각 1.5%, 0.2%의 생산성 하락을 보였다가, 2000년은 1.7% 생산성이 다소 향상되었으며, 2001년 다시 1.2%의 생산성 하락을 보이고 있다.

마지막으로 항공사별로는 동 기간 동안 아시아지역 항공사들(AAR, SIA, ANA 등)은 생산성 향상을 가져온 반면, 미국 항공사들(UAL, AAL 등)은 생산성 하락을 가져온 것을 알 수 있다. 국적항공사의 경우에는 KAL은 1998~1999년 기간 동안은 생산성 하락을 가져왔으나, 2000~2001년은 큰 폭의 생산성 향상을 가져왔다. AAR은 1998년 생산성 하락이 이루어진 이후 1999년부터는 높은 생산성 향상이 이루어졌다.

Key Words : 항공운송산업, 생산성 변화, 맘퀴스트 분석, 기술적 효율성

I. 서론

국내 항공운송산업은 1988년 경쟁체제가 도입되면서 복수항공사로 시장구조가 전환되었다. 이러한

* 한국항공대학교 경영학과 교수, 연락처: e-mail: yslee@hau.ac.kr

** 한국교통연구원 항공교통연구실 연구위원, e-mail: jckim@koti.re.kr

경쟁체제로의 전환은 1978년 미국의 규제완화(deregulation) 이후 항공운송시장의 자유화와 개방화에 따른 신규 항공사들의 활발한 시장진입에 영향을 받은 것으로 볼 수 있다. 항공사들의 신규진입은 이용객들의 욕구충족과 사회·경제적인 편익을 증진시킨 긍정적인 결과를 가져오기도 하였지만, 한편으로는 항공서비스 시장의 공급과잉을 초래하였고, 그 결과 항공사들의 수익성을 악화시켰다.

1990년대의 항공운송시장은 미국과 일본 등 선진국들의 지속된 경기침체에 따른 수요 감소와 임금 및 유류비의 인상 등에 따른 비용 상승으로 항공사들의 경영을 더욱 어렵게 만들었다. 특히, 1997년에 발생한 금융위기는 전반적으로 아시아지역 내 항공사들의 평균비용을 상승시켰으며, 이는 항공사들의 수익감소를 가져와 항공사들의 경쟁력을 약화시킨 것으로 분석되고 있다. 이러한 결과는 국내 항공운송산업이라고 예외일 수가 없다.

그러나 2000년대에 들어오면서도 항공운송시장의 환경은 연속적인 악재로 인하여 수익성을 회복하지 못함에 따라 항공사들은 보다 다양한 형태의 생존전략을 모색하게 되었다. 이에 따라 대형항공사들은 비용 절감을 기조로 전략적 제휴를 통해 시장 지배력을 확대해 가고 있고, 지역간은 유럽연합과 같은 역내 국가간 지역블록 형성을 기반으로 자국 항공사를 보호하거나 수익성을 증대시키는 방향으로 나아가고 있다.

이러한 항공운송시장의 환경변화 속에 국내 항공운송시장도 1988년 복수항공사 체제로의 전환과 1997년 금융위기로 인하여 항공운송산업에 상당한 변화가 있었다. 지금까지 국내 항공운송산업은 경쟁력이 있는 산업으로 평가되어 왔다. 그러나 시장구조가 바뀌면서 국내 항공운송산업이 새로운 환경에 어떻게 성장해 왔고, 어떠한 구조로 변화되었는지에 대한 성과분석을 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 1998~2001년까지 국적항공사를 포함하여 전략적 제휴그룹에 속한 세계 주요 18개 항공사들의 효율성 변동을 고려한 생산성의 변화를 추정해 보았다. 이와 함께 생산성의 변화가 기술적 효율성과 기술 진보에 의해 얼마나 영향을 받는지를 규명하고자 한다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보고자 분석 대상 항공사들을 산출물 규모별(유상톤키로미터 기준), 연도별로 살펴보고, 특히 아시아지역에 붙어 닦친 1997년 금융위기 이후 국적항공사의 생산성의 변화를 살펴보았다.

생산성 변화 추정은 맴quist 방법(Malmquist index)을 이용하였고, 투입물의 비효율성에 의한 생산성의 증가 정도를 살펴보았다. 본 연구에서 추정 대상이 된 18개 항공사는 ICAO에서 제공되는 자료 누락 없이 일관성과 신뢰성이 확보되는 활용 가능한 범위의 항공사들이 그 대상이다.

II. 기존 선행연구 및 분석 자료의 구축

1. 기존 선행연구

지금까지 추정된 항공운송산업의 총요소생산성(Total Factor Productivity) 추정방법은 다변지수(multilateral index)와 초월대수비용함수를 이용한 결정요인 분석이나, 규모의 경제 등을 판단하기 위한 효과분석이 대부분이었다.* 본 연구의 TFP 증가율 추정도 이러한 범위를 벗어나지는 않는다. 다

* Caves, Christensen and Diwert(1982)에 의해 정의된 다변지수(multilateral index)를 이용하여 산출물을 통합하여 지수화하였다.

만, 투입물과 산출물의 범위, 분석 자료의 적절성 등에 대해서는 지금까지 대부분의 분석 자료가 자국 내에서 생산되는 자료와 ICAO(국제민간항공기구, 이하 ICAO)에서 제공되는 자료간 상호확인을 거치지 않은 상태에서 이용되었을 가능성이 있지만, 본 연구에서는 이러한 비교 과정을 거침으로써 분석 자료에 보다 높은 신뢰성을 기할 수 있었다.

먼저, 생산성 추정 연구와 관련해서 국외연구로 Caves et al.(1987)는 규제완화 전·후인 1970~1983년까지 미국의 21개 항공사와 미국 이외 지역의 27개 항공사들을 대상으로 TFP를 추정하였다. 추정결과 미국 항공사들은 규제완화 이전의 TFP 증가율이 약 2.9%이었으나 규제완화 이후에는 약 3.1%로 증가되는 것으로 분석되었다. 또한, 미국 이외 지역의 항공사들은 규제완화 이후 산출물 증가와 투입물 증가가 모두 감소되었으나 산출물 감소가 보다 크지 않은 것으로 나타났다.

Lichtenberg and Rim(1989)은 Caves et al.(1987)와 유사한 기간인 1970~1984년까지 25개 미국 항공사들의 M&A에 따른 전·후 효과를 분석하였다. 연구결과 M&A는 단위비용의 감소와 상관관계가 높고, 단위비용은 M&A가 이루어졌던 5년간은 그렇지 않았던 기간에 비해 약 1.1% 감소된 것으로 분석되었다. 또한, M&A에 포함된 항공사들의 TFP 수준은 M&A 이전은 평균 이하 수준이었다가 M&A 이후에는 평균 이상 수준으로 상승되는 것으로 분석되었다.

Ehrlich et al.(1994)은 1973~1983년까지 11년 동안 23개 국제선 정기항공사를 대상으로 소유형태 즉, 민간과 국가 소유에 따른 비용구조와 TFP를 추정하였다. 연구결과 장기적으로 국가 소유 항공사가 민간항공사로 전환됨에 따라 TFP 증가율은 약 1.6~2.0%, 비용감소는 약 1.7~1.9% 긍정적인 영향을 주는 것으로 분석되었다.

Oum and Yu(1995)는 1986~1993년까지 대륙별 22개 주요 항공사를 대상으로 비용구조와 생산성 변화를 분석하였다. 연구결과 Australasia의 주요 항공사는 미국 항공사들에 비해 상대적으로 비용 효율적이며, 그 원인은 낮은 투입물 가격에 있는 것으로 분석되었다. 또한, 유럽 항공사들 대부분은 미국 항공사들에 비해 비효율적인 것으로 나타났는데, 그 이유는 투입물(노동비) 가격과 항공사의 소유 여부(ownership)에 차이가 있기 때문이다. 전반적으로, Australasia의 주요 항공사들은 미국과 유럽 항공사에 비해 비용 경쟁력이 있는 것으로 분석되었다. 그러나 선진국보다는 개발도상국에서 투입물 가격이 빠르게 상승하고 있어 경쟁력을 저해할 수 있다는 점에 주목해야 할 것이다.

Forsyth(2001)는 1982~1999년까지 호주 국내 항공운송산업의 생산성을 추정하고, 1990년 규제완화 전·후의 변화를 비교 분석하였다. 연구결과 1987~1999년까지 TFP 증가율은 약 7.11%로 매우 높았고, 규제완화 이후 항공요금과 실질 산출물은 감소되었다. 그러나 1992~1999년까지 TFP 증가율은 오히려 약 4.69%로 감소된 것으로 분석되었다.

한편, 국내 항공운송산업에 대한 TFP 추정 연구로는 함영훈·이영수(1996)의 연구가 있다. 동 연구는 1975~1993년까지 단일항공사(대한항공, 이하 KAL)를 대상으로 시계열자료를 이용하여 TFP를 추정하였고, TFP의 변화요인을 분석하였다. 연구결과, '지수 접근방법'에 의한 TFP 증가율은 전 기간동안 -0.03% 감소하였고, 기간별로도 1975~1985년 0.5%에서 1990~1993년 -2.27%로 증가율이 감소된 것으로 제시되었다.

상기 연구는 국내 항공사를 대상으로 독자적인 TFP를 추정했다는 데는 그 의의가 있으나, 국내 단일 항공사만을 대상으로 분석되었기 때문에 분석에 필요한 자료 수의 부족으로 비용함수의 통계적 신뢰도가 낮은 것으로 보인다. 또한, 다른 항공사간 비교 자료가 없어 추정결과에 대한 적절성을 판

단할 수 없는 제한이 있다.

이와 함께 최근 연구로는 이영수·김제철(2005)이 1982~2004년까지 국내 양 항공사를 대상으로 TFP를 추정하고, 비용함수 추정을 통해 TFP 증가율에 영향을 미치는 결정요인을 분석하였다. 그러나 동 연구에서도 Malmquist 방식에 의한 투입물의 비효율성을 고려한 생산성 분석은 이루어지지 못하였다. 본 연구는 분석 대상 기간과 대상 항공사에 차이는 있지만, 그 후속과제의 일환으로 분석된 것이다.

<표 1> 항공운송산업의 생산성 연구에 대한 요약

연구자(연도)	투입물	산출물	결정변수	함수모형
Douglas W. Caves, Laurits R. Christensen, Michael W. Tretheway, Robert J. Windle (1987)	노동, 연료, 항공기, GPE, 재료	정기선 여객(RPM), 화물(RTM), 부정기 및 전세운송(RTM)	평균운항거리, 탑승률, 지점 수(point served)	초월대수비용함수
Frank R. Lichtenberg, Moshe Rim (1989)	노동, 연료, 항공기, GPE, 재료	정기선 여객(RPM), 화물(RTM)	평균운항거리, 탑승률, 지점 수(point served)	초월대수다변지수
Issac Ehrlich, Georges Gallais-Hamonno, Zhiqiang Liu, Randall Lutter (1994)	노동, 연료, 자본	정기선 여객(RPK), 화물(RTK)	평균운항거리, 탑승률, 취항공항 수(number of airports)	초월대수비용함수
Tae Hoon Oumm Chunyan Yu (1995)	노동, 연료, 항공기, GPE, 재료	정기선 여객(RPK), 화물(RTK), 부정기 및 전세운송(RTK), 부가서비스(incidental services)	평균운항거리, 탑승률, 항공사의 규모, 산출물의 구성, 투입물 가격, 항공사 소유형태	초월대수비용함수
Forsyth (2001)	노동, 연료, 자본	정기선 여객(RPK)	평균운항거리, 탑승률	초월대수다변지수
함영훈·이영수(1996)	노동, 연료, 자본	정기 여객 수입, 정기 화물 수입	평균구간거리, 중량이용율	초월대수비용함수
이영수·김제철(2005)	노동, 연료, 자본	정기선 여객(RPK), 화물(RTK), 부가수입	평균운항거리, 중량이용율, 노선 수	초월대수비용함수

주 : RPM과 RPK는 동일한 의미임.

2. 분석 자료의 구축

항공사의 생산물은 일반적인 기업의 생산 활동과 마찬가지로 일정한 생산요소가 투입되고, 각 투입 요소들이 최종적인 조합을 이루어 생산되는 복합적인 서비스 상품이다. 서비스 상품은 일반 상품과 구별될 수 있는 정확한 단독기준이나 대표기준을 찾기는 어렵다. 그러나 항공운송은 일반적으로 생산과 소비가 동시에 이루어지는 무형의 서비스 상품으로 간주되고 있으며, 대표적인 산출물로는 <표 2>와 같이, 생산가능한 'ASK', 'ATK' 혹은 유상운송량인 'RTK', 'RPK', 'FTK'와 '운송수입(영업수입)' 등으로 다양하게 나눌 수 있다.

<표 2> 항공사들의 산출물 항목내용

산출물 항목	내용
ASK (Available Seat Kilometer)	- 각 비행구간에서 판매 가능한 좌석 수를 운항거리로 곱한 합계임 - 항공사의 생산량을 표시할 수 있는 가장 적절한 단위임
ATK (Available Ton Kilometer)	- 항공기가 운송할 수 있는 최대 운송력을 의미하며, 항공사의 생산량을 나타내는 단위임. - ATK는 여객을 중량으로 환산하여 화물, 우편물을 더한 종합적인 생산량을 의미함
RTK (Revenue Ton Kilometer)	- 항공사의 종합적인 판매량을 나타내는 지표이며, 여객을 중량으로 환산하고, 여기에 화물과 우편물 운송량을 감안한 것임. - (여객·수하물의 평균적 중량×여객 수+화물과 우편물 중량)×운송거리'에 의해 산출됨. - $RTK = RPK + FTK$ 임.
RPK (Revenue Passenger Kilometer)	- 유상운송된 여객 수와 운송한 거리를 곱한 것으로 항공사의 운송량을 의미함
FTK (Freight Ton Kilometer)	- FTK는 여객을 제외한 화물과 우편물 운송량을 나타냄
운송수입	- 정기(여객, 화물, 우편물), 부정기, 부가수입

본 연구에서 산출물은 <표 1>, <표 2>를 통해 항공운송서비스로서의 양적인 계량화 지표와 기존 선행연구에서 고려되었던 점을 감안하여, 정기운송의 RPK, FTK, 부가수입을 범위로 설정하였다.* 또한, 투입물의 범위는 일반적으로 <표 3>와 같이, 노동, 연료, 자본, 재료, 공항비 등 5 가지를 고려할 수 있으나, 본 연구에서는 노동, 연료, 자본 등 3 가지 투입물만 고려하였다.

재료비와 공항비를 제외한 이유는 재료비의 경우, 비용함수에서 요구되는 단위가격 추정에 필요한 비용과 수량 중 수량에 대한 지표를 설정하기가 용이하지 않기 때문이다. 그리고, 공항비는 기존 선행연구에서 포괄적인 항목으로 판단하여 대부분 자본비에 포함시키고 있으나, 본 연구에서는 자본비의 범위를 보다 구체화하고자 이를 제외하였다. 자본비에 공항비가 제외되더라도 항공사의 비용구조는 대부분 인건비, 연료비, 항공기자재 등으로 구성된 점을 감안하면, 항공운송산업의 투입물 특성을 도외시 한 것은 아니다.

* '부가수입'을 고려한 이유는 ICAO가 발표한 지난 1990년~2000년까지 약 10년 동안 정기항공사들의 영업수입 가운데 '부정기수입'은 약 4% 이내로 미미하고, 국적 항공사의 경우에도 약 3% 수준을 차지하고 있음. 그러나 부가수입 즉, 기내식, 지상조업, 항공기 정비업, 호텔업 등은 영업수입 중 약 10%를 차지하고 있어 그 비중이 다소 높기 때문이다.

<표 3> 항공사들의 영업비용에 근거한 투입물의 범위

투입물 범위	비용	수량
노동비	- 급여, 급료와 임금, 제수당, 잡급, 퇴직급여(퇴직충단금전입액), 복리후생비, 의료지원비, 급식비, 승무원 숙식비	- 종사자 수(직종별 구분)
연료비	- 연료유류비	- 급유량
자본비	- 감가상각비, 무형자산상각비, 임차료, 보험료, 정비수리비(정비재료비, 외주수리비), 전자통신비, 지급수수료	(유형고정자산) - 토지 - 건물, 구축물, 기계장치, 차량운반구 - 항공기, 항공기리스자산, 항공기재
공항비	- 착륙료, 시설이용료, 공항조업비	- 운항횟수
재료비	- 재료비, 기내여객비, 지상여객비, 화물서비스비, 고객서비스비, 협정운송비, 판매수수료, 판매촉진비, 광고선전비, 홍보비	- 유효톤키로미터 혹은 유상톤키로미터

다음과 같이 결정된 산출물과 투입물에 대한 기초자료는 ICAO에서 제공되는 ‘Digest of Statistics’을 이용하였다.* 먼저, 산출물에 대한 기초자료 중 ‘Financial Data’는 항공사들의 ‘손익계산서’와 ‘대차대조표’를 제공하고 있으며, 여기에는 ‘영업수입과 영업비용’, ‘자본스톡’인 ‘자산’과 ‘자본 혹은 부채’에 대한 기초자료가 포함되어 있다. 또한, ‘Fleet & Personnel’은 ‘종사자 수와 인건비’, ‘항공기 보유대수’가 있고, ‘Traffic’에는 항공사들의 ‘운항실적’이 제공되고 있다.

그러나 국적 항공사의 경우, 산출물인 ‘영업수입’, ‘운송실적’에 대한 자료는 각 항공사의 ‘내부자료’, ‘영업보고서’, ‘결산보고서’를 토대로 작성되었으며, 자료의 일관성 유지를 위해 ‘Financial Data’, ‘Traffic’ 자료와 비교 검토한 후 이용하였다.**

한편, 투입물에 대한 각 항목별 기초자료 출처는 다음과 같다. 첫째, ‘노동비’는 ‘Fleet & Personnel’의 ‘노동비와 항공종사자 수’를 기준으로 삼았다. 둘째, ‘연료비’는 ‘Financial Data’를 통해서도 연료비 지출과 소모량에 대한 자료를 얻기 어렵다. 따라서, 연료 소모량에 대한 지표는 ‘항공기중량’과 ‘운항거리’가 감안된 ‘ATK’를 적용하였다.

셋째, ‘자본비’는 ‘Financial Data’의 ‘영업비용’에서 ‘노동비’와 다른 비용을 분리하는 작업이 선행되어야 한다. ‘영업비용’ 중 ‘노동비’는 ‘정비비 및 수리비’, ‘공항비’, ‘여객서비스비’, ‘영업비’, ‘일반관리비’에 모두 분산되어 있으므로 ‘Fleet & Personnel’의 ‘노동비와 항공종사자 수’를 각 항목에서 공제하고, 나머지 ‘영업비용’을 토대로 자본비와 재료비로 구분하여야 한다. 그리고, ‘자본스톡’은 ‘Financial Data’의 ‘대차대조표’를 토대로 매년 말의 ‘유형고정자산’을 기준으로 삼았다. 여기에는 ‘항공기 및 운

* 본 연구와 관련하여 ICAO의 ‘Digest of Statistics’에서 활용될 수 있는 자료는 크게 ‘Digest of Statistics No.461’의 ‘Financial Data’, ‘Digest of Statistics No.352’의 ‘Fleet & Personnel’, ‘Digest of Statistics’의 ‘Traffic’ 등 3 가지이다.

** 국적항공사의 내부자료와 ICAO 자료와의 적절성 검토를 위한 기준이 별도로 설정되어 있는 것은 아님. 대개 국적항공사 자료가 ICAO에 매년 보고되고 있어 동일한 자료로 볼 수 있으나, 보고 과정에서 누락되거나 오류가 발생할 수 있으므로 이에 대한 확인 작업이 필요함. 아울러 투입물과 산출물 자료의 일관성 유지 측면은 모두 국적항공사 내부자료를 이용하느냐, ICAO 자료를 이용하느냐로 볼 수 있다.

항기재', '지상장비', '토지 및 건물'이 포함되어 있다.*

III 추정 모형의 설정

생산성 변화를 측정하는 Malmquist 생산성 지수는 산출기준 Malmquist 생산성 변화 지수 (output-based Malmquist productivity change index)와 투입기준 Malmquist 생산성 지수 (input-based Malmquist productivity index)가 사용된다.

먼저 Fare et al.(1994)의 산출 기준 Malmquist 생산성 변화 지수를 살펴보면 다음과 같다.

$$m_0(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[\frac{d^t_0(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t_0(x_t, y_t)} \times \frac{d^{t+1}_0(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}_0(x_t, y_t)} \right] \quad (1)$$

이것은 생산점(x_t, y_t)과 관계된 생산점(x_{t+1}, y_{t+1})의 생산성을 나타내고, 기간 t 부터 기간 $t+1$ 에서 1보다 크면 총요소생산성(TFP : Total Factor Productivity)의 성장을 의미한다. 사실, 이 지수는 2개의 산출기준 Malmquist 총요소생산성(TFP) 지수의 기하평균이다. Malmquist 총요소생산성(TFP) 지수는 생산성 변화를 측정하고, 기술적 변화(technical change)와 기술적 효율성 변화(technical efficiency change)로의 생산성 변화를 분해하기 위해서 사용된다. 지수 1은 기간 t 의 기술과 다른 기간 $t+1$ 의 기술로 사용된다.

투입거리 함수에 기초한 투입기준 Malmquist 생산성 지수는 다음과 같다.

$$M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[\frac{D_t(x_t, y_t)}{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})} \cdot \frac{D_{t+1}(x_t, y_t)}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

식(2)는 t 기와 $t+1$ 기 사이의 생산성 변화를 측정하는 투입기준 Malmquist 생산성 지수로 t 기와 $t+1$ 기 기준의 기술적 효율성 변화의 기하평균을 나타낸다.

$$\begin{aligned} & M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) \\ &= \left[\frac{D_t(x_t, y_t)}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right] \left[\frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})} \cdot \frac{D_{t+1}(x_t, y_t)}{D_t(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3) \end{aligned}$$

식(3)의 우변의 첫째 괄호는 효율성 변화(efficiency change 또는 catch-up effect)이다. t 와 $t+1$ 기내에서의 투입거리 함수의 상대적인 비율, 투입 기술 효율성(input technical efficiency) 측정치의 역수이다. 각 기간의 생산 프론티어에 각 생산주체가 어느 정도 근접되어 있는지를 측정한다. 만일

* 'Financial Data'의 '대차대조표' 중 자산항목의 4)번 '항공기 및 운항기재', 5)번 '지상장비', 6)번 '토지 및 건물'이 여기에 해당된다. 그러나 2001년(ICAO 발행연도 2003년 7월 기준)부터는 이것이 3)번 항목에 모두 통합되었다.

$t+1$ 기간의 기술 효율성이 t 기간에 비해 높다면, 이 비율은 1보다 크게 된다. 비율이 1보다 작다면, 효율성이 감소된다. 기하평균으로 표시된 식(3)의 우변의 두 번째 괄호는 프론티어 변화(frontier change) 혹은 기술적 변화 (technical change)이다. t 와 $t+1$ 기간 사이에 프론티어 기업군의 생산기술의 변화정도를 측정한다. 만일 이 기간 사이에 기술상의 진보가 일어나면 프론티어가 상승하여 기하평균을 구성하고 있는 양 비율은 모두 1을 상회하게 된다.

따라서 이 기하평균의 값이 1보다 크다는 것은 기술상의 진보를 나타내며, 1보다 작으면, 기술상의 퇴보를 의미한다. 투입거리 함수는 투입 기술 효율성의 역수이며, 구체적으로 수학적 프로그래밍방법을 이용하여 측정할 수 있다. 임의의 생산주체 K 에 대한 t 와 $t+1$ 기간의 투입거리 함수는 $D_t(x_t, y_t)$ 과 $D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})$ 로 표현한다. 이 함수들은 각각 해당 연도의 기술 효율성의 역수이다.**

$$\begin{aligned}
 (D_t^K(x_t, y_t))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to } y_{t_p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t_p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t_q}^k &\leq \lambda x_{t_q}, q = 1, 2, \dots, Q, \\
 Z_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{4}$$

그리고

$$\begin{aligned}
 (D_{t+1}^K(x_{t+1}, y_{t+1}))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to } y_{t+1_p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t+1_p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t+1_q}^k &\leq \lambda x_{t+1_q}, q = 1, 2, \dots, Q, \\
 Z_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{5}$$

또한, 인접 기간에 대한 투입거리 함수 $D_t^K(x_{t+1}, y_{t+1})$ 와 $D_{t+1}^K(x_t, y_t)$ 는 다음과 같은 수학적

* λ_k 는 각 기업에 대한 프론티어 기업들의 가중치이며, 밀집도 벡터 (intensity vector)임. 투입거리 함수를 사용하여 Malmquist 생산성 지수를 계산할 때 모든 해가 존재하는 불변 규모 모형을 사용하였다.

** 불변 규모 모형은 모형 제작자들의 이름을 따라 CCR모형으로, 가변 규모 모형은 BCC모형으로 불리운다.

프로그래밍식을 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 (D_t^K(x_{t+1}, y_{t+1}))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to} \quad y_{t+1,p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t+1,p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t+1,q}^k &\leq \lambda x_{t+1,q}, q = 1, 2, \dots, Q \\
 Z_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 (D_{t+1}^K(x_t, y_t))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to} \quad y_{t,p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t+1,p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t+1,q}^k &\leq \lambda x_{t,q}, q = 1, 2, \dots, Q \\
 Z_k &\geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{7}$$

따라서, 식(3)과 같이 기하평균을 이용하여 Malmquist 생산성 지수를 측정하기 위해서는 인접기간마다 각 k 에 대하여 4번의 수학적 프로그래밍 문제를 해결해야 한다. 총 연구 대상기간이 T 년이고 대상기업의 수가 K 개라면 총 수학적 프로그래밍 문제의 수는 $(T-1) \times K \times 4$ 개가 된다.

Malmquist 생산성 지수와 함께 각 연도의 기술 효율성 및 규모 효율성도 측정할 수 있다. 규모의 효율성을 측정하기 위해서는 매년 식(4)의 불변 규모 모형과 함께 다음과 같은 가변 규모 모형 식(6) 및 비증가 규모 모형 식(7)을 사용한다.

$$\begin{aligned}
 (D_t^K(x_t, y_t))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to} \quad y_{t,p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t,p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t,p}^k &\leq \lambda x_{t,q}^k, q = 1, 2, \dots, Q \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k &= 1, \quad Z_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 (D_t^K(x_t, y_t))^{-1} &= \min_{\lambda, z} \lambda \\
 \text{sub. to} \quad y_{t_p}^k &\leq \sum_{k=1}^K Z_k y_{t_p}^k, p = 1, 2, \dots, P \\
 \sum_{k=1}^K x_{t_p}^k &\leq \lambda x_{t_p}^k, q = 1, 2, \dots, Q \\
 \sum_{k=1}^K \lambda_k &\leq 1, Z_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K
 \end{aligned} \tag{9}$$

각 기업에 대해서 식(4), 식(8) 및 식(9)로부터의 최적값을 각각, λ_{crs}^* , λ_{vrs}^* 및 λ_{nirs}^* 라 하면 규모의 효율성 (scale efficiency)은 $\frac{\lambda_{crs}^*}{\lambda_{vrs}^*}$ 의 비율로 얻을 수 있다. 만일 $\lambda_{crs}^* = \lambda_{vrs}^*$ 이라면 규모 효율성이 1이므로 그 기업은 불변 규모를 보이게 되며, $\lambda_{crs}^* < \lambda_{vrs}^*$ 이고, $\lambda_{crs}^* = \lambda_{nirs}^*$ 이면 규모의 증가, $\lambda_{crs}^* < \lambda_{vrs}^*$ 이고 $\lambda_{crs}^* < \lambda_{nirs}^*$ 이면 규모의 감소를 보이게 된다. (Färe와 Lovell(1994) 위의 모형은 Charenes et al (1978)이 제시한 투입기준 DEA 모형과 유사한 구조를 갖는다. 다만, 목적 함수에 있어 여유변수 (slack variables)와 비아르키메디아 상수가 없는 형태이고 제약 조건에 있어서는 λ_j^t 변수의 볼록성은 유지되지 않는다. 즉, 그 합이 0보다 크고 1보다 작거나 같아야 한다는 차이점만을 갖고 있다.

IV 추정 결과

1. 항공사 규모별

먼저, 1998~2001년 기간 동안 세계 주요 18개 항공사들의 규모별 Malmquist 생산성 지수의 변화를 정리하면 <표 4>와 같다. 추정 결과, 1998~2001년 기간 동안 항공사의 연평균 생산성 증가율은 0.3%의 미미한 생산성 하락을 보인 것으로 나타났다. Malmquist 생산성 지수는 생산성 변화에 기여한 따라잡기 효과(catching-up effect)인 기술적 효율성 변화(technical efficiency change)와 생산 프로티어의 이동을 반영하는 기술 변화(technical change)를 나타내는 두 가지 요소로 구분된다.

이때, 전체 분석 대상기간 동안 기술적 효율성의 변화는 99.1%이며, 생산 프로티어의 이동을 반영하는 기술 변화는 100.6%로 생산함수의 프로티어가 미미하게 상향 이동된 것으로 분석되었다. 즉, 항공사들의 생산성 변화는 생산 프로티어에 비하여 0.9% 악화된 반면, 산출물을 생산하는 기술 수준은 0.6% 확대된 것으로 제시되었다.

한편, 기술적 효율성의 변화는 순수 효율성과 규모의 효율성으로 구분된다. 순수 효율성의 변화는 항공사의 생산기술을 VRS로 상정하여 기술적 효율성의 변화를 측정한 것으로 순생산 기술의 증가를 의미한다.* 한편, 규모의 효율성은 두 시점에서의 규모에 대한 보수의 변화 정도를 반영하는 것이다.

분석 결과, 순수 효율성과 규모의 효율성은 Malmquist 생산성 지수 변화에 큰 영향을 주지 못하고 있는 것으로 제시되었다. 즉, 순생산기술의 증가를 반영하는 순수 효율성과 규모에 대한 보수를 반영하는 규모의 효율성은 각각 100.1%와 99.9%인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기술적 효율성이 Malmquist 생산성 지수의 변화에 영향을 주지 못하고 있으며, 이렇게 기술적 효율성의 변화가 크지 않은 것은 순수 효율성의 변화와 규모의 효율성 변화 역시 크지 않았기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

<표 4> 항공사 규모별 Malmquist 생산성 지수의 변화

구 분	기술적 효율성	기술 진보	순수 효율성	규모 효율성	생산성 지수
전 체	0.991	1.006	1.001	0.990	0.997
group1 1/	0.977	0.988	0.996	0.981	0.965
group2	0.998	1.003	1.001	0.997	1.000
group3	0.991	1.033	1.003	0.988	1.024
group4	1.009	0.997	1.004	1.005	1.005
group5	0.993	1.021	0.998	0.995	1.014
group6	0.977	1.002	1.000	0.977	0.979
동일성 검정 2/	1.03 (0.41)	0.73 (0.60)	0.13 (0.98)	0.97 (0.44)	1.29 (0.28)

주 : 1. group1은 (유상톤키로<100만톤키로), group2는 (100만톤키로<유상톤키로<300만톤키로), group3은 (300만톤키로<유상톤키로<500만톤키로), group4는 (500만톤키로<유상톤키로<1,000만톤키로), group5는 (1,000만톤키로<유상톤키로<1,500만톤키로), group6은 (1,500만톤키로<유상톤키로)로 구분하였음

2. 동일성 검정은 매출액(유상톤키로) 규모별 Malmquist 생산성 지수와 그 밖의 지수가 같다는 귀무가설을 분산분석법으로 검정한 F-값임. 이때 ()안의 숫자는 p-값을 의미하며, *는 10%, **는 5%, ***는 1% 유의수준에서 규모별 생산성 지수 변화가 모두 같다는 귀무가설을 각각 기각되는 것을 의미함.

다음으로 분석대상 항공사들의 생산성 변화가 거의 없는 상태에서 항공사 규모별 생산성 변화에 차이가 존재하는 것인가를 분석하였다. ‘유상톤키로미터’를 기준으로 항공사 규모를 구분하여 생산성 변화를 분석하였다. 분석 결과, group1과 group6에 속한 항공사의 경우 생산성 증가율이 각각 3.5%와 2.1% 하락하고 있는 반면, 나머지 group2, group3, group4, group5에 속한 항공사들은 생산성 향상이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 특히, 매출액 규모가 group3에 속한 항공사들의 생산성 향상이 두드러져 2.4%의 생산성 향상을 보이고 있는 것으로 분석되었다.

이때, group1과 group6에 속한 항공사들의 생산성 하락은 기술적 효율성의 변화가 악화되었기 때문으로 분석되었다. 기술적 효율성의 변화가 group1은 2.3% 하락한 반면, group6 역시 2.3% 하락한 것으로 제시되었다. 이러한 기술적 효율성의 변화는 다시 순수 효율성과 규모의 효율성으로 구분되는데 group1과 group6은 규모의 효율성의 변화가 악화되었기 때문에 기술적 효율성이 악화된 것으로 분석되었다. 즉, group1과 group6은 항공사 규모가 너무 작거나 또는 너무 크기 때문에 발생하는 것으로 해석할 수 있다.

반면, group2~group5는 생산성 향상을 보이고 있는데, 이들 group의 대부분은 생산프로티어의 이동

* 규모수익가변(VRS) 상태에서의 기술적 효율성지수를 각각 계산하게 되면, 규모에 대한 수익불변 모형 하의 기술적 비효율성 추정치의 차이로부터 순수 효율성 정도를 추정할 수 있다.

을 반영하는 기술 변화에 의한 생산성 향상이 이루어진 것으로 제시되었다. 즉, group3과 group5의 경우 기술 변화가 각각 103.3%와 102.1%로 제시된 반면, 기술적 효율성의 변화는 거의 존재하지 않은 것으로 분석되었다.

각 group별 생산성 증가율이 동일한가를 분석한 분산분석 결과 역시 동일하다는 귀무가설을 채택하고 있다. 이러한 결과는 기술적 효율성, 기술 진보, 순수 효율성, 규모 효율성 및 생산성 변화 분석에서도 동일한 결과가 제시되었다.

2. 연도별

이러한 항공사의 생산성 증가를 기간별로 구분하여 분석한 결과, <표 5>와 같이 1998년은 1.5%의 생산성 하락, 1999년은 0.2%의 생산성 하락을 보인 후 2000년은 1.7%의 생산성 향상을 보인 후 2001년 다시 1.2%의 생산성 하락을 보이고 있다. 이러한 결과는 1997년 아시아지역의 금융위기로 인한 항공사들의 급격한 산출물의 감소가 1998년의 생산성 하락을 가져온 것으로 판단된다.

이와 같은 악화 요인은 1999년, 2000년을 거치면서 점차 회복되는 추이를 보였으나, 다시 2001년 9.11 테러사건으로 인한 영향이 다시 생산성의 급격한 하락을 가져온 것으로 보인다. 전반적으로 단 기간이지만 1998년 이후 악화되고 있는 항공운송시장의 환경변화를 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 연도별 Malmquist 생산성 지수의 변화

구 분	기술적 효율성	기술 진보	순수 효율성	규모의 효율성	생산성 지수
1998	1.000	0.984	1.007	0.993	0.985
1999	0.960	1.040	0.988	0.972	0.998
2000	1.011	1.006	1.007	1.004	1.017
2001	0.993	0.995	1.000	0.993	0.988
평 균	0.991	1.006	1.001	0.990	0.997

생산성의 변화는 대부분 프론티어에서 벗어난 정도를 반영하는 기술적 효율성과 프론티어의 이동을 의미하는 기술 진보에 기인하는 것으로 분석되었다. 특히, 1998~2001년 기간 동안 발생한 생산성 변화는 프론티어의 상승에 기인한 기술 진보에 의한 것과 기술적 효율성의 변화가 골고루 이루어졌기 때문인 것으로 분석되었다. 즉, 1998년의 생산성 하락은 생산프론티어의 감소에 기인하고 있으며, 1999년의 생산성 변화는 기술 진보에 의한 생산프론티어는 확대된 반면, 기술적 효율성이 악화되었기 때문으로 분석되었다. 또한 2000년의 생산성 향상은 기술적 효율성의 개선에 의한 것이며, 2001년의 생산성 악화는 생산프론티어의 축소와 기술적 효율성의 악화에 기인하고 있다.

3. 주요 항공사별

<표 6>은 항공사별 Malmquist 생산성 변화를 제시하고 있다. 우선 생산성 지수가 가장 높은 항공사는 AAR로 연평균 8.3%의 생산성 향상을 보이고 있으며, SIA가 4.2%, ANA가 4.0%, AMX가 3.3%, CSA가 1.4%의 생산성 향상을 가져오는 것으로 나타났다. 반면, BMI가 -7.1%, UAL이 -3.6%, SAS가 -3.4%, FIN이 -3.3%, AAL이 -2.7%의 생산성 하락을 가져왔다. 이는 동 기간 동안 아시아지

역 항공사들(AAR, SIA, ANA 등)은 생산성 향상을 가져온 반면, 미국 항공사들(UAL, AAL 등)은 생산성 하락을 가져온 것을 알 수 있다.

<표 6> 항공사별 Malmquist 생산성 지수의 변화

구 분	기술적 효율성	기술 진보	순수 효율성	규모의 효율성	생산성 지수
KAL	1.000	0.978	1.000	1.000	0.978
AMX	0.994	1.039	1.000	0.994	1.033
DAL	0.980	0.989	1.000	0.980	0.969
CSA	1.018	0.996	1.023	0.995	1.014
ACA	1.004	1.004	1.012	0.992	1.008
THA	1.000	1.001	1.000	1.000	1.002
UAL	0.971	0.993	1.000	0.971	0.964
SAS	1.000	0.966	1.000	1.000	0.966
ANA	1.000	1.040	1.000	1.000	1.040
SIA	1.000	1.042	1.000	1.000	1.042
BMA	0.955	0.973	1.000	0.955	0.929
AAR	1.018	1.064	1.000	1.018	1.083
USA	1.000	1.017	1.000	1.000	1.017
AAL	0.977	0.996	1.000	0.978	0.973
BAW	0.972	1.010	0.996	0.976	0.981
FIN	0.967	1.000	0.970	0.997	0.967
IBE	0.987	1.004	1.012	0.976	0.992
NWA	0.993	0.999	1.000	0.993	0.991
평 균	0.991	1.006	1.001	0.990	0.997

여기서 생산성 향상을 가져온 항공사의 경우 생산성의 변화는 기술 진보에 의한 생산프론티어의 확대에 기인한 것으로 나타났고, 생산성 하락을 가져온 항공사는 대부분 기술적 효율성이 약화되었기 때문인 것으로 분석되었다.

4. 국적항공사별

<표 7>과 <표 8>은 국적항공사인 KAL과 AAR의 생산성 변화를 제시한 결과이다. KAL은 1998~1999년 기간은 생산성 하락을 가져왔으나, 2000~2001년은 큰 폭의 생산성 향상을 가져왔다. 이러한 결과를 좀 더 구체적으로 살펴보면, 1998년은 1997년 금융위기로 인한 영향이 1998년 산출물의 대폭적인 감소를 가져왔고, 무엇보다 1997년 3월 김포공항 청사건립과 제주 훈련비행장 확장에 따른 토지, 건물, 구축물 등 자본비 증가에 따른 영향이 컸 던 것으로 해석할 수 있다. 2000년에도 전년 대비 높은 노동비 및 유류비의 인상 등으로 투입물의 대폭적인 증가가 발생되었으나, 이에 상응하는 산출물의 증가로 생산성 향상을 도모할 수 있었던 것으로 보인다.

<표 7> KAL의 Malmquist 생산성 지수의 변화

구 분	기술적 효율성	기술 진보	순수효율성	규모의 효율성	생산성 지수
1998	1.000	0.987	1.000	1.000	0.987
1999	1.000	0.751	1.000	1.000	0.751
2000	1.000	1.123	1.000	1.000	1.123
2001	1.000	1.099	1.000	1.000	1.099

<표 8> AAR의 Malmquist 생산성 지수의 변화

구 분	기술적 효율성	기술진보	순수효율성	규모의 효율성	생산성 지수
1998	1.050	0.880	1.000	1.050	0.924
1999	1.023	1.158	1.000	1.023	1.184
2000	1.000	1.061	1.000	1.000	1.061
2001	1.000	1.188	1.000	1.000	1.188

AAR은 1998년 생산성 하락이 이루어진 이후 1999년부터는 높은 생산성 향상이 이루어졌다. 생산성 향상이나 생산성 하락은 대부분 기술 진보에 기인한 것으로 분석되었다. AAR 역시 KAL과 마찬가지로 1997년의 금융위기 영향과 2000년의 높은 노동비와 유류비 인상 등 투입물의 대폭적인 증가가 생산성에 영향을 주었다. 그러나 AAR은 KAL에 비해 항공기 교체 등 운영방식 변화를 통한 ‘자본비’와 ‘연료비’의 지속적인 감소를 통해 생산성 변화를 도모할 수 있었던 것으로 분석된다.*

V 요약 및 결론

1980년 이후 지난 25년간 세계 항공운송시장의 개방화와 자유화는 확대되고, 이에 따른 경쟁체제가 심화된 것으로 판단된다. 항공사간 경쟁도 전략적 제휴를 기반으로 하는 group간 경쟁과 지역간 통합 운송시장에 따른 경쟁, 기존 항공사와 저비용 항공사간 치열한 경쟁이 다양한 형태로 전개되어 산업 구조를 변화시킬 것이다. 이러한 환경변화 속에 항공사가 생존할 수 있는 유일한 전략은 끊임없는 구조조정을 통해 생산성과 효율성을 향상시키는 것이다.

본 연구는 이러한 배경 하에 국제항공사를 포함하여 지난 1998~2001년까지 세계 주요 항공사들의 생산성의 변화 추이가 어떻게 전개되었고, 어떤 요인에 의해 영향을 받았는지를 분석하였다. 특히, 1997년 금융위기 이후 생산성의 변화에 주안점을 두었다.

추정결과, 우선 세계 주요 항공사들은 1998~2001년 기간 동안 약 0.3%의 생산성 하락을 기록하였

* KAL은 항공기 보유대수가 1998년 113대에서 1999년 107대로 감소하였다가 2001년 119대로 증가하였음. 자본비 중 항공기 구입비는 1998년 2조 7,933억원에서 1999년 5조 7,379억원으로 105.4%(2.1배) 증가하였다가, 1999년~2001년까지 연평균 -12.61%인 1조 3,565억원(4,381,412백만원-5,737,922백만원)으로 감소되었음. 반면, 임차료는 연평균 32.50% 증가한 4,062억원(537,580백만원-943,765백만원) 증가하였음. AAR도 항공기 보유대수가 1997년 46대에서 1998년 40대로 감소하였다가, 다시 1999년 43대에서 2001년 54대로 증가하였음. KAL과 마찬가지로 1999년~2001년까지 자본비 중 항공기 구입비는 연평균 -11.79%인 4,893억원(2,203,844백만원-1,714,597백만원) 감소한 반면, 임차료는 27.26%인 1,385억원(362,128백만원-223,593백만원)으로 증가하였음. 따라서 양 항공사는 금융위기 이후 항공기 운영방식을 구매에서 임대방식으로 전환하여 ‘자본비’ 부담을 감소시켰다.

고, 이러한 생산성의 변화는 생산 프론티어에 비해 0.9% 악화된 반면, 산출물을 생산하는 기술 수준은 0.6% 확대된 것으로 분석되었다. 다음으로, 항공사의 '유상톤키로미터' 기준에 의한 규모별 생산성 증가율은 group1과 group6에 속한 항공사들이 각각 3.5%, 2.1% 하락한 것으로 나타났다. 반면, group2, group3, group4, group5에 속한 항공사들은 생산성의 증가가 이루어진 것으로 제시되었다. 특히, group3에 속한 항공사들은 약 2.4%의 가장 높은 생산성 증가를 기록하였다. 다른 그룹에 비해 group1과 group6에 속한 항공사들의 생산성 하락은 기술적 효율성의 변화가 악화되었기 때문이며, 이러한 기술적 효율성의 변화의 원인은 규모의 효율성 변화의 악화에 있다. 즉, group1과 group6은 항공사 규모가 너무 작거나 또는 너무 크기 때문에 발생하는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 기간별로는 1997년 금융위기 이후 1998년과 1999년은 각각 1.5%, 0.2%의 생산성 하락을 보였다가, 2000년은 1.7% 생산성이 다소 향상되었으며, 2001년 다시 1.2%의 생산성 하락을 보인 것으로 분석되었다. 전반적으로 1998~2001년 기간 동안 발생한 생산성 변화는 프론티어의 상승에 기인한 기술 진보에 의한 것과 기술적 효율성의 변화가 골고루 이루어졌기 때문인 것으로 보인다.

마지막으로 항공사별로는 동 기간 동안 아시아지역 항공사들(AAR, SIA, ANA 등)은 생산성 향상을 가져온 반면, 미국 항공사들(UAL, AAL 등)은 생산성 하락을 가져온 것을 알 수 있다. 국적항공사의 경우에는 KAL은 1998~1999년 기간 동안은 생산성 하락을 가져왔으나, 2000~2001년은 큰 폭의 생산성 향상을 가져왔다. AAR은 1998년 생산성 하락이 이루어진 이후 1999년부터는 높은 생산성 향상이 이루어졌다. 양 국적항공사의 차이는 AAR은 KAL에 비해 1997년 이후 항공기 교체 등 운영방식 변화를 통한 '자본비'와 '연료비'의 지속적인 감소를 통해 생산성 변화를 도모할 수 있었던 것으로 분석된다.

본 연구를 통해 국적항공사가 얻을 수 있는 시사점은 항공자유화가 본격화되기 전까지 항공사들의 공급량은 항시 제한적일 수밖에 없는 점을 고려하면, 투입물의 비효율성을 배제할 수 있는 관리능력과 체계를 갖추는 것이 요구된다는 점이다. 또한 국적사의 생산성의 변화가 기술적 효율성보다 기술 진보에 영향을 더 많이 받기 때문에 장래에는 투입물의 효율적인 관리 이외에도 기술 진보에 해당하는 IT 기술 발달에 따른 티켓 판매 등 정보화의 활용 정도, 새로운 기종의 도입과 운용, 전략적 제휴에 따른 사업 범위의 효율적 확대 등에 대한 보다 많은 관심과 효율적 활용이 요구된다.

참고문헌

<단행본>

- [1] 건설교통부, 『건설교통통계연보』, 각 연도
- [2] 국내 항공사, 『운송실적 내부자료』, 각 연도
- [3] 대한항공(KAL) 『결산보고서』, 각 연도.
- [4] ____, 『영업보고서』, 각 연도.
- [5] ____, 『KAL 20년사』, 1991.
- [6] 아시아나항공(AAR), 『결산보고서』, 각 연도.
- [7] ____, 『영업보고서』, 각 연도.

- [8] 월간조선사, 『World Village: Oil Strike』, 2003.
- [9] 이태원, 『현대항공수송론』, 서울컴퓨터프레스, 1990.
- [10] 한국항공공사, 『항공통계』, 각 연도
- [11] 한국항공진흥협회, 『항공통계』, 각 연도.
- [12] Caves, D.W., Christensen, L.R. and Tretheway, M.W., *U.S. trunk air airlines, 1972-1977: a multilateral comparison of total factor productivity, in Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York Academic Press, 1981, pp.47-77.
- [13] Caves, D.W., Christensen, L.R., Tretheway, M.W. and Windle, R.J., *An assessment of the efficiency effects of U.S. airline deregulation via an international comparison, in Bailey Public Regulation: New Perspectives on Institutions and Policies*, Cambridge, MA:MIT Press, 1987, pp. 285-320.
- [14] Denny, M., Fuss, F., Waverman, L., *The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in regulated industries: with an Application to Canadian Telecommunication, in T.G. Cowing and R.E. Stevenson, Eds., Productivity Measurement in Regulated Industries*, Academic Press, 1981.
- [15] ICAO, *Financial Data*, 1989~2001
- [16] ICAO, *Fleet & Personnel*, 1989~2001
- [17] ICAO, *Manual on the ICAO statistics programme*, 1997
- [18] ICAO, *Traffic*, 1989~2001
- [19] Nesbit, W. R., *Airline Productivity-the key to sustained profitability*, Handbook of Airline Economics, Aviation Week Group, 1st edition, 1995, pp. 379-384.

<학술논문>

- [1] 이영수 · 김제철, “국내 항공운송산업의 총요소생산성 추정과 결정요인 분석”, 『교통정책연구』, 제12권 제1호, 한국교통연구원, 2005. 6., pp. 23-44.
- [2] 이영수 · 이충열, “한국 은행산업의 생산성 계측 및 결정요인에 관한 연구”, 『경제분석』, 제6권 제1호, 한국은행, 2000. 1., p. 54-91.
- [3] 함영훈 · 이영수, “우리나라 항공산업의 총요소생산성 분석”, 『항공산업정책연구』, 제3집, 한국항공대학교, 1996, pp. 49-65.
- [4] Caves, D.W., Christensen L.R. and Diewert, W.E., *Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers*, Economic Journal, 92, 1982, pp. 73-86.
- [5] Coelli, Tim, Perelman, Sergio and Romano, Elliot, *Accounting for Environmental Influences in Stochastic Frontier Models: With Application to International Airlines*, Journal of Productivity Analysis, No.11, 1999, pp. 251-273.
- [6] Ehrlich Isaac, George, GH, Liu Zhigiang and Lutter, R., *Productivity growth and firm ownership: An analytical and empirical investigation*, Journal of Political Economy, Vol.102, No.5, 1994.

- [7] Forsyth, P.J., *Total factor productivity in Australian domestic aviation*, Transport policy, 8, No.3, July 2001, pp. 201-207.
- [8] Good, D.H., Nadiri, M.I., Röller, L.H. and Sickles, R.C., *Efficiency and Productivity growth comparisons of European and U.S. Air carriers: A first look at the data*, National Bureau of Economic Research's Summer Workshop on Franco-American Productivity, March 1992., pp. 2-16.
- [9] Inglada, V., Coto-Millan, P. and Rodriguez-Alvarez, A., *Economic and Technical Efficiency in the World Air Industry*, International Journal of Transport Economics, Vol.24, No.2, June 1999, pp. 219-235.
- [10] Lichtenberg, Frank R. and Rim, Moshe, *The effect of Mergers on Prices, Costs, and Capacity Utilization in the U.S. Air Transportation Industry, 1970-1984*, Working Paper No.32, The Jerome Levy Economics Institute Bard College, November 1989.
- [11] Oum T. H. and Yu Chunyan, *A productivity comparison of the worlds major airlines*, *Journal of Air Transport Management*, Vol.2, No.3/4, 1995, pp. 181-195.
- [12] _____, *Winning Airlines-Productivity and cost competitiveness of the worlds major airlines*, Boston, Kluwer Academic Publishers, 1998.

<부표 1> 주요 항공사의 3-Letter Code

편명	항공사
KAL	Korean Airlines
AAR	Asiana Airlines
ANA	All Nippon Airways
THA	Thai Airways
DAL	Delta Airlines
USA	US Airways
AAL	American Airlines
UAL	United Airlines
ACA	Air Canada
AMX	Aeromexico
SIA	Singapore Airlines
BMI	bmi
NWA	Northwesa Airlines
BAW	British Airways
IBE	Iberia
SAS	Scandinavian Airlines System
CSA	Czech Airlines
FIN	Finnair

Group	편명	항공사
Group 1	BMI	bmi
Group 1	CSA	Czech Airlines
Group 1	FIN	Finnair
Group 2	AMX	Aeromexico
Group 2	SAS	Scandinavian Airlines System
Group 3	AAR	Asiana Airlines
Group 3	IBE	Iberia
Group 4	ACA	Air Canada
Group 4	ANA	All Nippon Airways
Group 4	KAL	Korean Airlines
Group 4	THA	Thai Airways
Group 4	USA	US Airways
Group 5	BAW	British Airways
Group 5	NWA	Northwesa Airlines
Group 5	SIA	Singapore Airlines
Group 6	AAL	American Airlines
Group 6	DAL	Delta Airlines
Group 6	UAL	United Airlines