

국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교*

이대식** · 구영완*** · 이성훈****

2000~2005년 사이 한국항공우주산업(KAI) 등 미국 및 유럽의 10개 업체를 대상으로 자료포락분석모형과 Malmquist 생산성지수를 이용하여 상대적인 효율성과 생산성을 분석하였다. 효율성은 미국 기업이 전반적으로 유럽과 한국보다 높은 것으로 측정되었으며, 한국의 경우에는 현재의 규모에서 순수기술적인 측면에서 최고의 효율성을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 비효율의 원인으로는 전반적으로 순수기술적인 측면보다는 규모적인 측면에 기인한 것으로 나타났다. 특히, 한국은 규모의 비효율이 가장 큰 것으로 측정되었다. 생산성 변화는 전체적으로 평균생산성은 증가한 것으로 나타났는데 역시 미국 기업이 더 높은 것으로 평가되었다. 기술진보는 꾸준히 일어났지만, 규모효율성 변화가 낮았기 때문에 생산성 변화를 저하시키는 것으로 확인되었다. 한국은 규모효율성 변화가 가장 낮은 것으로 측정되었으며, 규모의 비효율을 줄이기 위해서는 규모확장 등을 통하여 그 비효율을 줄일 수 있을 것으로 분석된다.

핵심주제어: 효율성(정태적 효율성), 생산성(동태적 효율성), 자료포락분석, Malmquist 생산성지수, 항공산업
경제학문헌목록 주제분류: D20, L10, L20

I. 서 론

미국과 영국을 주축으로 한 연합군과 이라크 간에 벌어진 전쟁은 개전 43일 만에 미국이 종전을 선언함으로써 연합군 측의 일방적인 승리로 일단 끝이 났다. 이번 전쟁을 통하여 현대전은 항공력이 전승에 주도적이고 결정적인 역할

* 본 논문은 제4회 KAI 항공우주논문상(2006. 10)에서 최우수논문으로 선정되었음.

** 대한항공 부기장(제1저자), E-mail: n6pilot@naver.com

*** 국방대학교 국방관리학부 경제학과 교수(교신저자), 전화: (02) 300-2125, E-mail: ywgoo@kndu.ac.kr

**** 자본시장연구원 연구위원(공동저자), 전화: (02) 3771-0822, E-mail: leesh@kcmi.re.kr
논문투고일: 2008. 12. 23 수정일: 2009. 5. 15 게재확정일: 2009. 5. 22

6 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

을 수행한다는 것을 재확인하여 주었다. 이처럼 현대전에 있어 가장 중요한 무기체계인 군용항공기를 생산하는 군용항공기산업은 국가 위상제고와 자주국방 능력을 보여 주는 전략적 중추산업이다.

또한 최근 항공기시장 동향을 살펴보면, 각국은 전투기 판매를 위해 정부와 회사 간의 공동 노력을 기울이는 등 군용항공기시장의 판매경쟁은 점차 심화되고 있는 상황이다. 기술 측면을 보면, 미국은 레이더에 포착되지 않는 스텔스 기능의 최신형 제5세대 전투기의 선두 개발주자이며, 러시아도 이미 인도와 제5세대 전투기를 공동 개발하고 양산하는 체제를 갖추었다. 한편, 중국은 제4세대 전투기인 FC-1을 파키스탄과 공동 개발하여 수출 물꼬를 텃고, 동남아에서 제4세대 전투기 판매를 위한 공격적인 마케팅을 펼치고 있다.

우리나라는 항공기 등 대형 무기체계의 완성 장비를 시험할 세계수준의 초대형 항공시험시설이 준공식을 갖고 본격 가동에 들어갔다. 국방과학연구소는 2008년 9월 8일 충남 서산의 항공시험장에서 ‘국방과학연구소 제5시험장(항공시험장)’ 준공식을 가졌다. 제5시험장은 무기체계의 각종 전자장비 간에 발생하는 간섭 현장을 예측, 모든 위험성을 사전에 찾아 내는 시험시설로 중형 수송기급 이하의 모든 전투기무기 등 초대형 시험체를 수용할 수 있는 시설이다.¹⁾

이러한 군용항공기산업의 중요성에도 불구하고 군용항공기산업에 대한 연구는 무기체계 및 기술 중심으로 이루어졌지 경제적인 관점에서의 접근은 저자가 아는 한 잘 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 논문은 투입-산출물을 이용한 군용항공기 제작회사의 경제성·동태적 효율성 분석을 통하여 우리나라 군용항공기 제작회사의 경제성을 판단하고자 한다. 군용항공기산업은 연구개발 및 투자 규모가 크고 투자회수기간이 장기간 소요되기 때문에 생산요소의 적정 규모가 매우 중요하다. 또한 우리나라 항공산업은 초기부터 현재까지 군용항공기사업을 주축으로 발전하여 왔고 앞으로의 발전전략도 군용항공기산업과 맥락을 같이하고 있다.²⁾ 따라서 이러한 투입·산출을 이용한 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교·분석은 의의가 있다고 판단된다.

우리나라 항공산업에 대한 기존 연구는 크게 두 가지로 분류된다. 먼저 정책적 측면의 연구로는 김성배(2002), 박춘배(2002), 최동주(2002), 조태환(2003), 신보현(2002) 등이 있으며, 경제적 측면의 연구로는 정청식(2005), 이기상(2003),

1) 한국항공우주연구원(2008).

2) 우리나라는 산업자원부(2005)를 통해 2015년 항공선진국 8강 진입을 목표로 군용항공기 제작 및 국방과 관련한 발전전략을 수립하여 수행중에 있다.

이기상·이무영(2006) 등이 있다. 그러나 대부분의 경제적 측면의 연구들도 항공산업 육성과 관련된 정책적인 분석이 주류이다. 따라서 정책적인 분석을 위해서라도 현재 항공기 제작회사의 정태적·동태적 효율성을 분석하여 산업의 효율성을 극대화하는 것이 무엇보다 중요한 시점이다. 이를 위해서는 우리나라 항공산업 발전의 선도적 역할을 하는 군용항공기 제작회사의 효율성과 생산성을 분석하는 것이 선행되어야 할 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 우리나라 항공산업 발전을 위해서 우리나라 군용항공기 제작회사의 효율성과 생산성을 국제 간 비교·분석하여 우리나라의 항공산업의 효율성 및 생산성 수준을 분석하고자 하는 것이다.

본 연구는 한국 및 해외의 완성된 군용항공기(고정의 및 회전익 항공기)를 제작하는 회사를 대상으로 2000년부터 2005년 사이 효율성과 생산성을 분석하였다. 비모수적 선형계획법인 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA, 이하 자료포락분석)모형을 이용하여 정태적인 효율성과 동태적인 생산성을 측정하였으며 생산성은 Malmquist 생산성지수로 표현하였다.

자료포락분석모형은 기존의 생산함수를 이용한 모수적(parametric approach) 방법과는 달리 생산시스템의 비효율성을 고려한 비모수적(non-parametric approach) 방법을 이용하여 효율성을 측정하는 것이다. 이 모형은 다수의 투입물과 산출이 존재하는 DMU(decision making unit, 의사결정단위, 이하 DMU³⁾)의 효율성 측정을 가능하게 하며 투입요소와 산출요소 간의 어떠한 함수형태의 가정이나 사전적 가중치도 필요 없기 때문에 각기 상이한 생산함수를 갖는 경우도 측정이 가능하다. 또한 모집단의 분포함수에 대한 정확한 정의를 할 수 없는 경우 유용하게 사용될 수 있다. 군용항공기 제작회사는 각국에서 방위산업으로 분류되어 있어 경제활동에 많은 제약이 있을 뿐 아니라 규모에 상관없이 상이한 생산함수를 갖는다고 볼 수 있어 자료포락분석모형을 통한 분석은 효과적이라 할 수 있다. 자료포락분석모형은 원래 비영리단체의 효율성을 측정하기 위하여 개발되었으나 최근 들어 산업체의 효율성과 생산성 측정에도 빠른 속도로 증가하고 있다.

DEA와 Malmquist 생산성지수를 이용한 논문을 살펴보면, 국내 22개 섬유회사의 효율성 및 생산성을 비교한 홍봉영(2003),⁴⁾ 문승(2004),⁵⁾ Arcelus *et al.*

3) 자료포락분석에서는 투입을 산출로 변환하는 주체를 DMU라고 부르는데 일반적으로 기업, 병원, 은행 등과 같은 조직을 DMU라고 할 수 있다.

4) 우리나라 섬유산업의 효율성은 외환위기 이후 지속적으로 하락하고 있음을 분석함.

5) 우리나라 자동차회사의 효율성은 꾸준히 증가하였으나 해외 10대 메이커에 대비 낮다는

8 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

(2000)⁶⁾ 등의 연구가 있다.

본 연구는 자료포락분석모형을 활용해 방위산업체 중에서 군사적으로나 경제적으로 매우 중요한 군용항공기 제작회사의 효율성과 생산성을 국제적으로 비교·분석하였다.

본 연구를 수행하는 데 있어서 문제점은 우선 분석기간 동안 타기업과의 인수 및 합병과 동일 기업 내 군용항공기 제작분야(division)의 규모변화 등으로 분석자료에 다소의 오차가 있을 가능성이 있다는 것이며, 다음으로 군용기 제작기간이 오래 걸리므로 투입과 생산이 다른 해에 발생할 수 있다는 것이다.⁷⁾ 또한 자료포락분석모형 자체가 상대적인 효율만 측정할 뿐이므로 비효율로 측정된 기업의 내재적인 비효율의 원인을 정확히 규명하기가 어렵다는 모형 자체의 단점도 있다.

대부분의 군용항공기사업은 정부가 수요자가 되는 사업으로, 각 군에서 요구하는 ROC(성능요구 사항)를 충족시켜야 하므로 타산업과 비교시 몇 가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 군용항공기의 복잡성이다. 군용항공기는 복잡한 군작전을 만족시켜야 하고, 특수한 환경에 적용되어야 하기 때문에 연구개발이나 생산마케팅은 민수기부문과 혼합되기 어려운 특성을 가지고 있다. 즉, 자동차산업 등과 비교시 군용항공기는 민수기부문과 기술호환성 등이 상대적으로 더 어렵다고 평가된다. 둘째, 기술상의 보안필요 등 안보상의 이유로 군용항공기와 민수항공기 간의 상호호환성이 상대적으로 더 낮다는 것이다. 이에 따라 민수재와 군수재의 경우 생산과정부터 마케팅은 분리되어 있다. 이에 본 연구는 군수재와 민수재를 분류하여 군용항공기 중심의 효율성을 분석하였다.

연구의 순서는 서론에 이어 제II절에서는 효율성과 생산성의 개념을 알아본 후, 분석에 사용하게 될 자료포락분석모형과 Malmquist 생산성지수에 대하여 알아본다. 제III절에서는 분석에 필요한 자료와 방법을 소개한 후 분석결과를 제시하고, 제IV절에서는 결론과 연구의 발전 방향을 도출한다.

것을 분석함.

6) 생산성과 효율성 변화는 제조업과 서비스업 간에 차이가 있다는 것을 분석함.

7) 우리나라와 마찬가지로 다른 나라에서도 군용항공기 제작회사의 자료 대부분이 보안으로 분류되어 저자는 항공사와의 개별 이메일 접촉을 통하여 자료를 수집하였다.

II. 연구방법

생산성의 개념은 비교시점에 따라 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 동일 시점에서 생산성 비교가 이루어질 경우를 ‘정태적 생산성 비교’라 하며 이를 ‘효율성’이라고 한다. 그리고 서로 다른 시점 간의 생산성을 측정하여 이 둘 간의 변화를 한 기업의 생산성 변화로 보는 것을 ‘동태적 생산성 비교’라 한다. 즉, 효율성이 특정 시점의 최적 산출과 실제 산출 또는 최적 투입과 실제 투입의 비율을 관찰하는 것이라면, 생산성은 특정 기간의 투입과 산출의 관계변화를 관찰하는 것으로 생산성 변화에 초점을 둔다.

1. 효율성 모형

효율성(efficiency)이란 기업이 보유하고 있는 기술을 활용하여 이용가능한 투입물로 산출물을 어떻게 창출해 내는가로 정의될 수 있다. 즉, 효율성은 투입물에 대한 산출물의 비율로 정의된다. Lovell(1996)은 생산단위조직의 효율이란 최적산출에 대한 실제 산출의 비율을 의미하는데 이러한 비율은 주어진 투입으로 달성할 수 있는 최대잠재산출(maximum potential output)에 대한 실제 산출의 비율 또는 주어진 산출을 생산하기 위해 투입된 실제 투입과 최소잠재투입(minimum potential input)의 비율로 정의하기도 하였다.

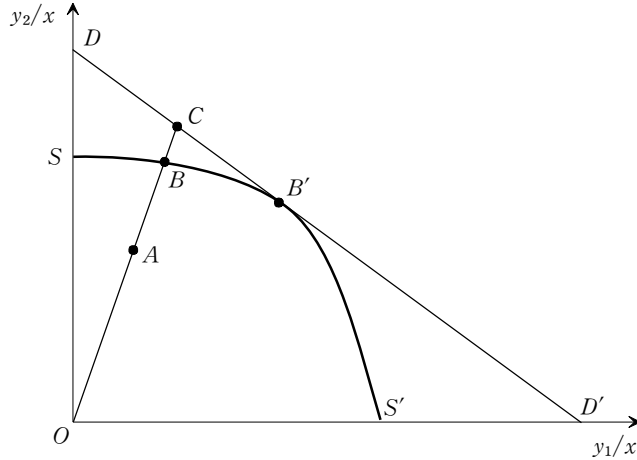
Farrell은 기업의 효율성을 기술효율성(technical efficiency: TE, 이하 TE 혹은 기술효율성: 주어진 투입요소로부터 최대의 산출물을 생산해 내는 기술효율성)과 배분효율성(allocation efficiency: AE, 이하 AE: 투입요소의 가격이 주어졌을 때 최적의 비율로 생산요소를 결합할 수 있는 가격효율성 또는 배분효율성)으로 구분하였다.⁸⁾ 또 이 기술효율성을 바라보는 관점에 따라 투입지향(input oriented) 효율성과 산출지향 효율성(output oriented)으로 구분하였다.⁹⁾ 본 연구에서는 Farrell(1957)이 수행한 기술효율성에 관한 개념과 산출지향 효율성을 사용하였다.

산출지향 효율성은 투입물을 고정시킨 상태에서 산출물을 얼마만큼 증가시킬

8) 제품가격보다는 품질(성능)을 중요시하는 방위산업 특성상 배분효율성에 대한 분석은 생략한다.

9) 일반적으로 투입지향모형은 공공기관과 같이 비용최소화를 추구하는 경우에, 산출지향모형은 기업과 같이 이윤극대화를 목표로 하는 경우에 각각 사용된다.

10 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교



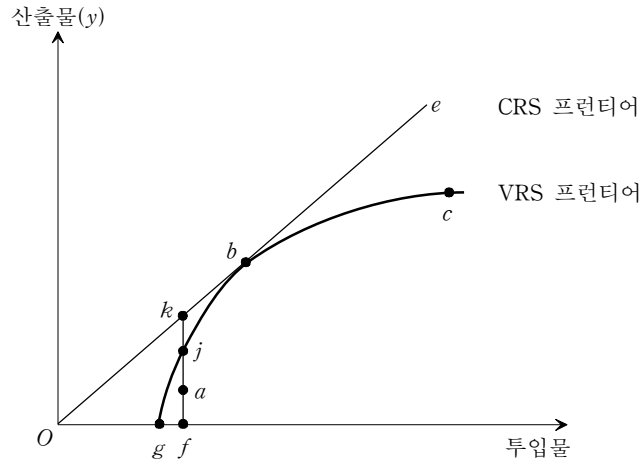
〈그림 1〉 산출지향 효율성의 개념

수 있는가에 관한 문제이다. 산출지향 효율성을 설명하기 위해서 CRS(constant return to scale, 이하 CRS) 가정하에 한 가지 투입요소(x)를 사용하여 두 가지 산출물(y_1, y_2)을 생산하는 기업을 가정하자. 〈그림 1〉에서 SS' 는 생산가능곡선이고, DD' 는 산출물인 y_1 와 y_2 의 가격이 외생적으로 주어질 때 동일한 수익을 나타내는 산출물의 조합으로서 등수익선(isorevenue line)이다.

원점 O 에서 시작하여 A 를 통과하는 직선상에 놓인 기업들은 모두 산출물의 비율이 점 A 와 동일하다. 이와 같은 상황에서 점 B 는 점 A 와 동일한 투입량으로 OB/OA 배의 산출물을 생산하고 있으며 기업 A 는 비효율적인 기업에 속한다. 따라서 AB 는 추가적인 투입물 없이 증가시킬 수 있는 기업 A 의 산출량을 의미한다. 그러므로 기업 A 의 산출지향 기술효율성은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있으며 이 값은 $0 \leq OA/OB \leq 1$ 의 특성을 갖는다.

$$TE_o = \frac{OA}{OB} = 1 - \frac{AB}{OB}. \quad (1)$$

기술효율성은 다시 순수기술효율성(pure technical efficiency, 이하 PTE)과 규모효율성(scale efficiency, 이하 SE)으로 분리할 수 있다. 순수기술효율성은 각 기업이 보유하고 있는 현재의 기술을 이용하여 생산과정에서 얼마나 효율적으로 투입물을 산출물로 전환하는가를 측정하는 것이다. 규모의 효율성은 현재 기업의 규모가 최적의 효율성에 얼마나 접근하였는가를 말한다. 즉, 규모의 효율성은 IRS(increase return to scale, 이하 IRS) 또는 DRS(decrease return to scale,



〈그림 2〉 순수기술효율성과 규모효율성의 개념

이하 DRS)가 존재하는 경우의 산출물 수준과 최적산출물 수준인 CRS에서의 산출물 수준과의 차이를 보여 준다. 여기서 규모의 비효율성은 각 기업이 최적의 규모보다 크거나 작게 운영되는 경우에 발생하는 산출물 수준을 말한다.

순수기술효율성과 규모효율성을 설명하기 위해 〈그림 2〉와 같이 하나의 투입물(x)을 사용하여 하나의 산출물(y)을 생산하는 기업을 가정하자. 〈그림 2〉에서 선분 oe 는 규모에 의하여 산출이 달라지지 않는 CRS 프런티어¹⁰⁾를, gbc 는 규모에 따라 수익이 달라지는 VRS(variable return to scale, 이하 VRS)¹¹⁾ 프런티어를 각각 나타낸다. 하나의 기업이 점 a 에서 생산을 하고 있다면 이 기업은 최적의 기술을 이용하여 VRS 프런티어상의 점 j 로 이동하였을 때 효율적으로 될 수 있을 것이다. 따라서 VRS 프런티어와 점 a 와의 차이가 발생하는데 이 차이를 순수기술효율성(PTE)이라 하고 식 (2)와 같이 나타낸다. 그러나 VRS 프런티어는 프런티어를 구성하는 기업이 규모의 효율성에 있지 않다고 가정하기 때문에, 규모의 효율성에 있다고 가정하고 있는 CRS 프런티어와 규모효율성의 차이가 있으며 이 차이를 규모효율성(SE)이라고 하고 식 (3)과 같이 표현할 수 있다. 결국 점 a 와 VRS 프런티어와는 순수기술효율성의 차이가, VRS 프런티어와 CRS 프런티어 사이에는 규모효율성의 차이가 발생한다.

10) 생산가능집합을 나타낸 그래프를 기술프런티어(technology frontier) 또는 생산프런티어(production frontier)라고 사용한다.

11) VRS는 IRS, DRS 그리고 CRS를 모두 포함한다.

12 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

$$PTE = \frac{f_a}{f_j}, \quad (2)$$

$$SE = \frac{f_j}{f_k}. \quad (3)$$

기술효율성은 식 (4)와 같이 순수기술효율성과 규모효율성의 곱으로 구할 수 있다.

$$TE = PTE \times SE = \frac{f_a}{f_j} \times \frac{f_j}{f_k} = \frac{f_a}{f_k}. \quad (4)$$

이제 위에서 언급한 효율성을 측정하는 자료포락분석모형을 살펴보자. 자료포락분석모형은 모든 DMU들이 생산프런티어(production frontier)나 그것의 아래에 놓이도록 하는 비모수적 포락경계를 찾아 이것으로부터 떨어진 정도를 이용하여 각 DMU의 상대적인 효율성을 평가하는 것이다. 즉, 일련의 선형계획법을 이용하여 각 DMU의 투입·산출에 적용하여 효율적 프런티어를 유도하여 상대적인 효율성을 측정한다. 여기서 상대적 효율성의 의미는 DMU를 평가할 때 경험적·이론적 또는 실험적으로 최고에 달할 수 있는 수준 내지 경계를 정하여 놓고 그 최고점을 평가기준으로 하여 효율성의 정도를 측정하는 것이다. DMU 측정값(efficiency score, 이하 E)이 만일 $E=1$ 이라면 다른 DMU 집합과 비교하여 상대적으로 효율적임을 의미하고, $E < 1$ 이라면 상대적으로 비효율적임을 의미한다. 또한 $E > 1$ 이라면 비교집합 내의 다른 DMU들보다는 더 효율적이라는 것을 의미한다(Färe *et al.*, 1994). 자료포락분석모형은 CRS를 기초로 하는 Charnes, Clark, Cooper, and Rhodes(1978)의 CCR모형과 VRS를 기초로 하는 Banker, Charnes, and Cooper(1984)의 BCC모형이 있다. 또한 바라보는 관점에 따라 투입지향모형과 산출지향모형으로 구분할 수 있다.

산출지향 CCR모형은 DMU 각각의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율이 1을 초과해서는 안 되며, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는 것을 가정하여 DMU 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형분수계획모형(fractional linear programming model)이다. 이러한 조건하에서 산출지향 기술효율성을 구하는 공식은 식 (5)와 같다. 식 (5)에서 h_o 는 평가대상 DMU의 효율성이며 u_r 과 v_i 는 각각 산출물과 투입물에 대한 가중치로 자료포락분석모형에서 그 값이 결정된다.

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u_r, v_i} h_o &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{io}}, \\
 \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{ri}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} &\leq 1, \\
 u_r, v_i &\geq 0, \\
 i &= 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{5}$$

그러나 식 (5)와 같은 비율형태는 무수히 많은 해를 갖게 되므로 목적함수에 분모값을 1로 하는 제약조건을 추가하여 식 (6)과 같은 선형계획법을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u, v} \sum_{r=1}^m u_r Y_{ro}, \\
 \text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r Y_{ri} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{io} &= 1, \\
 u_r, v_i &\geq 0.
 \end{aligned} \tag{6}$$

식 (6)의 선형계획법을 이용하여 효율성을 구하기 위해서는 $s+m$ 개의 변수와 $n+s+m+1$ 개의 제약조건을 갖게 되므로 계산 및 해석상 편의를 위해서 식 (6)을 쌍대(dual)모형으로 전환하면 식 (7)과 같이 된다.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } \alpha_j, \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^j \lambda_j Y_{jn} - Y_{jn} &\geq 0, \quad n = 1, 2, \dots, N, \\
 \alpha_j X_{jm} - \sum_{j=1}^m \lambda_j X_{jm} &\geq 0, \quad m = 1, 2, \dots, M, \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J.
 \end{aligned} \tag{7}$$

식 (7)에서 λ_j 는 DMU가 프런티어 구성에 얼마만큼 작용하였는지를 나타내는 가중치 변수이며 α 는 평가대상 DMU의 기술효율성(TE)이 된다.

CCR모형은 CRS를 가정하고 있지만 실제로는 최적규모에서 생산되고 있지 않는 것이 사실이다. 따라서 VRS를 가정할 필요가 있는데 식 (7)의 CCR모형에

14 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

제약조건 $\sum_{j=1}^J \lambda_j = 1$ 을 추가하면 VRS를 가정한 BCC모형이 되고 식 (8)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \beta_j, & (8) \\ & \text{s.t } \sum_{j=1}^J \lambda_j Y_{jn} - Y_{jn} \geq 0, \quad n=1, 2, \dots, N, \\ & \beta_j X_{jm} - \sum_{j=1}^m \lambda_j X_{jm} \geq 0, \quad m=1, 2, \dots, M, \\ & \sum_{j=1}^J \lambda_j = 1, \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, J. \end{aligned}$$

식 (8)에서 구한 β 는 순수기술효율성으로 CCR모형에서 구한 기술효율성에는 규모에 대한 비효율이 포함되어 있기 때문에 기술효율성에서 규모의 비효율을 제거한 값이다. 식 (7)과 식 (8)의 기술효율성과 순수기술효율성을 이용하여 평가대상 DMU가 얼마나 규모의 경제에 접근하여 경제활동을 하고 있는가, 즉 규모효율성을 측정할 수 있으며 다음과 같이 구할 수 있다.

$$SE = TE/PTE = \alpha/\beta. \quad (9)$$

평가대상 DMU가 CRS의 상태에 있으면 $SE=1$ 로 규모의 비효율이 존재하지 않으며, $SE < 1$ 인 경우에는 IRS 혹은 DRS에서 생산활동을 하고 있는 것으로 규모에 대한 비효율이 존재한다. CCR모형에서 DMU를 평가할 경우에 $\sum \lambda > 1$ 이면 DRS, $\sum \lambda < 1$ 이면 IRS, $\sum \lambda = 1$ 이면 CRS이다.

2. 생산성 모형

Malmquist 생산성지수는 두 기간(year by year)의 생산성 변화를 기술효율성 변화(technical efficiency change, 이하 TEC)와 기술변화(technical change, 이하 TC)로 구분하여 설명하는 방법이다. Malmquist 생산성지수 개념은 소비이론의 틀 안에서 거리함수의 비율로 투입지수를 계산하고자 하였던 스웨덴의 경제학자인 Malmquist(1953)에 의해 최초로 등장하였다. 이러한 거리함수를 이용하여 Caves, Christensen, and Diewert(1982, 이하 CCD)는 생산이론 측면에서 경제학적 해석을 할 수 있도록 생산성지수를 소개하였는데, 이 지수를 Malmquist 생산성지수(Malmquist productivity index)라고 부른다. 이후 계산에 사용되는 거리함수

를 비모수적 선형계획법인 자료포락분석으로 계산할 수 있도록 Färe, Grosskopf, and Roos(1998)가 개발한 이후 생산성 변화 측정에 활발하게 이용되고 있다.

Malmquist 생산성지수는 가격에 관한 정보가 부족하거나 정확하게 추정하기 어려운 경우 또는 생산자의 형태(비용최소화 또는 이윤극대화)에 대한 가정을 부여하기 곤란할 때, 투입과 산출에 관한 정량적인 정보만으로 지수를 계산할 수 있는 모형이다.

생산성 변화에 대한 산출지향 Malmquist 생산성지수를 정의하기 위하여 1개의 투입물(x)로 1개의 산출물(y)을 생산하는 기업을 가정해 보자. 이 때 $x^t \in R_+^M$, $y^t \in R_+^N$ 는 생산에서의 각각 투입물벡터와 산출물벡터이고, 기간 $t=1, 2, 3, \dots, T$ 라고 할 때 생산가능집합 S^t 는 다음과 같다.

$$S^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{는 } y^t \text{를 생산가능}\} \quad (10)$$

$$t=1, 2, \dots, T.$$

Färe, Grosskopf, and Roos(1998)는 Shephard 거리함수를 이용하여 t 기의 기술을 이용한 (x^t, y^t) 의 산출물거리함수를 아래와 같이 정의하였다.

$$D_o^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta : (x^t, y^t/\theta) \in S^t\}$$

$$= [\sup\{\theta : (x^t, \theta y^t) \in S^t\}]^{-1}. \quad (11)$$

또, t 기의 기술을 이용한 (x^{t+1}, y^{t+1}) 의 산출물거리함수는 다음과 같다.

$$D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf\{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1}/\theta) \in S^t\}$$

$$= [\sup\{\theta : (x^{t+1}, \theta y^{t+1}) \in S^t\}]^{-1}. \quad (12)$$

따라서 t 기 기준의 Malmquist 생산성지수를 CCD(1982) 정의에 따라 구하면¹²⁾

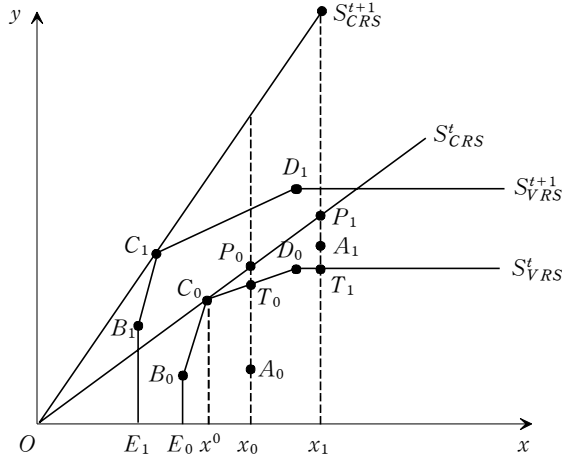
$$M_o^t = \frac{D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^t(x^t, y^t)} \quad (13)$$

이고, $t+1$ 기 기준의 Malmquist 생산성지수는 다음과 같다.

$$M_o^{t+1} = \frac{D_{oc}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^{t+1}(x^t, y^t)}. \quad (14)$$

12) 모든 식의 아래첨자 ‘ o ’는 산출지향(output-oriented)의 거리함수, ‘ c ’는 CRS, ‘ v ’는 VRS를 각각 의미한다.

16 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교



〈그림 3〉 VRS, CRS에서의 생산가능집합

여기서 M_o^t 와 M_o^{t+1} 은 서로 다른 기술을 이용하여 서로 다른 기간의 생산성 변화를 측정하는 값이므로 식 (13)과 식 (14)의 기하평균을 이용하여 산출지향 Malmquist 생산성지수를 아래와 같이 구할 수 있다.

$$M_o^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^t(x^t, y^t)} \frac{D_{oc}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

Ray and Desli(1997)(이하 RD)는 기술변화, 순수기술효율성 변화 그리고 규모 효율성 변화를 측정하기 위해서 RD Malmquist 생산성지수를 제시하였다.

〈그림 3〉에서 생산시스템 A, B, C, D가 있고 점 A_0 에서부터 점 D_0 까지는 t기의, 점 A_1 에서부터 점 D_1 까지는 t+1기의 각 생산시스템의 산출물이라고 하자. 생산시스템 A를 관찰해 보면 t기에 투입물 O_{x_0} 를 투입하여 산출물 A_0x_0 를 생산하였고, t+1기에는 O_{x_1} 을 투입하여 A_1x_1 을 생산하였다. 이 때 CRS와 VRS에서의 산출물거리함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_{oc}^t(x^t, y^t) &= A_0x_0/P_0x_0, \\ D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= A_1x_1/P_1x_1, \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} D_{ov}^t(x^t, y^t) &= A_0x_0/T_0x_0, \\ D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= A_1x_1/T_1x_1. \end{aligned} \quad (17)$$

따라서 식 (16)과 식 (17)을 이용하여 생산시스템 A 점에서 CRS 생산성지수

는 다음과 같다.

$$M_o^t = \frac{D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^t(x^t, y^t)}, \quad (18)$$

$$M_o^{t+1} = \frac{D_{oc}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{oc}^{t+1}(x^t, y^t)}. \quad (19)$$

이제 t 기에서 CRS 프런티어와 VRS 프런티어를 비교해 보기로 하자. CRS에서는 생산성은 항상 일정하지만 VRS의 경우는 그렇지 않다. T_0 와 T_1 은 모두가 VRS 생산가능집합에 포함되어 있기 때문에 기술적으로는 효율적이지만 평균생산성에 있어서는 T_0 가 T_1 보다 더 높다. 그리고 t 기에서 생산성이 가장 높은 점은 C_0 가 되는데 이 점을 최적생산규모(most productivity scale size: MPSS)라고 부른다. 최적생산규모에서 VRS의 생산성과 CRS에서의 생산성은 서로 동일하므로 생산가능집합 내 한 점에서의 규모효율성은 그 점과 최적생산규모와의 산출물 비율로 정의할 수 있으며 아래와 같이 표시된다.

$$SE^t(x^t, y^t) = D_{oc}^t(x^t, y^t) / D_{ov}^t(x^t, y^t), \quad (20)$$

$$SE^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = D_{oc}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1}). \quad (21)$$

식 (16)~식 (21)을 이용한 생산시스템 A 의 Malmquist 생산성지수는 다음과 같다.

$$M_o^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^t(x^t, y^t)} \frac{SE^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(x^t, y^t)}, \quad (22)$$

$$M_o^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{SE^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^{t+1}(x^t, y^t)}. \quad (23)$$

식 (22)와 식 (23)의 기하평균을 이용한 RD Malmquist 생산성지수는 아래와 같다.

$$M_o^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^t(x^t, y^t)} \frac{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{SE^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(x^t, y^t)} \frac{SE^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (24)$$

또 식 (24)의 첫 번째 줄을 다음과 같이 분해할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \left[\frac{D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^t(x^t, y^t)} \frac{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{D_{ov}^t(x^t, y^t)}{D_{ov}^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^t(x^t, y^t)} \right]. \end{aligned} \quad (25)$$

식 (25)에서 아래 줄 첫 번째 대괄호([])는 t 기와 $t+1$ 기의 기하평균으로 나타난 기술변화를, 두 번째 대괄호는 순수기술효율성 변화를 나타낸다. 또 식 (24)의 두 번째 줄에서는 규모효율성을 정의하였다.

이렇게 RD는 자료포락분석모형을 이용하여 Malmquist 생산성지수를 측정하였는데 생산성 변화요인을 기술효율성의 변화와 시간에 따른 생산기술의 변화(shift), 즉 기술변화로 분리하였다. Malmquist 생산성지수가 분리된다는 것은 중요한 의미를 지니는 바, 이는 기술효율성 변화요인이 분야별 또는 국가별 추격 잠재력(catch up potential)을 반영하는 반면에, 기술변화요인이 혁신잠재력(innovation potential)을 반영하기 때문이다. 더 나아가 RD는 기술효율성 변화를 순수기술효율성의 변화와 규모효율성의 변화로 분리하였다. 결국 RD Malmquist 생산성지수는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Malmquist 생산성지수} &= \text{기술변화} \times \text{순수기술효율성 변화} \times \\ & \quad \text{규모효율성 변화} \\ M_o^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \left[\frac{D_{ov}^t(x^t, y^t)}{D_{ov}^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{D_{ov}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \\ & \quad \left[\frac{D_{ov}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ov}^t(x^t, y^t)} \right] \\ & \quad \left[\frac{SE^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(x^t, y^t)} \frac{SE^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{SE^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (26)$$

기술변화는 주어진 투입물에 대하여 생산이 얼마나 변하였는지(shift)를 나타내므로 ‘innovation’이라는 표현을 사용하며, 기술효율성 변화는 최대생산가능 기술에 대하여 실제 생산기술이 얼마나 가깝게 접근하였는가를 나타내기 때문에 ‘catching-up’이라는 표현을 각각 사용한다.

Malmquist 생산성지수는 시간이 흐름에 따라 생산성이 증가하면 1보다 큰 값을 갖고, 생산성이 하락하면 1보다 작은 값을 갖게 되며 그 값이 1이면 생산성 변화가 없음을 의미한다. 효율성 변화지수와 기술변화지수 또한 동일한 방식으로 해석할 수 있다. 그러나 생산성이 증가하였음에도 불구하고 기술이 퇴보하

거나(효율성의 증가가 기술퇴보를 압도하는 경우) 또는 효율성의 감소(기술진보가 효율성의 감소를 압도하는 경우)가 일어나는 경우가 있을 수 있다. 마찬가지로 생산성이 감소했다 하더라도 기술진보 또는 효율성 증가를 수반하는 경우도 발생한다. 따라서 비효율이 존재하는 실제 경제 상황에서 생산성의 변화요인을 효율성과 기술로 분리할 수 있는 것이 Malmquist 생산성지수의 장점이다.

Ⅲ. 실증분석

1. 분석자료 및 변수

본 연구는 분석대상으로 한국 및 해외 방위산업체 중에서 완성된 군용항공기(고정익 및 회전익 항공기)를 생산하는 주요 군용항공기 제작회사 10개 업체를 선정하였다.¹³⁾ 대상기업은 미국의 보잉(Boeing), 록히드마틴(Lockheed Martin), 노드롭그루먼(Northrop Grumman), 시콜스키(Skolosky), 유럽에서는 영국의 BAE, 프랑스의 다쏘(Dassault), EADS의 유로콥터(Eurocopter) 및 Military Transport Aircraft(MTRR), 스웨덴의 사브(Saab) 그리고 한국의 한국항공우주산업(KAI)이다. 각각의 군용항공기 제작회사를 DMU로 가정하고, 2000년부터 2005년까지 각 연도별 투입변수와 산출변수를 가지고 자료포락분석을 이용하여 연도별 정태적 효율성과 두 기간에 걸친 동태적 생산성을 분석하였다.¹⁴⁾

분석대상의 기업을 대표할 수 있고 개선가능성이 있는 변수로서 투입변수로는 총자산과 종업원수로 하였고, 산출변수로는 총매출액으로 정하였다. 그리고 기업 전체 총자산, 종업원수 및 총매출액 중에서 군용항공기 제작분야만 따로 자료를 정리하여 투입·산출 변수로 사용하였다. 그러나 방위산업체 특성상 각 기업의 자료가 보안으로 분류되어 자료를 수집하는 데 많은 어려움이 있고, 또 기업 전체 자료 중에서 방산부분으로 구분한 것과, 방산부분에서도 군용기 제작분야만으로 구체적이고 세부화된 자료는 없다. 이 경우 보잉, 록히드마틴, 유

13) SIPRI Yearbook(2006)에서 총무기판매액 기준(2004년)으로 세계 100대 방위산업체 중 자료수집이 가능한 기업을 대상으로 미국 4개, 유럽 5개 기업을 선정하였다.

14) KAI의 2000년 데이터는 그 이후의 데이터에 비해 특이점이 발견되나 이는 정확한 자료이다. DEA를 이용한 맵퀴스트지수 산정은 모수적 접근방법의 회귀분석과는 달리 비모수로 각 연도별로 비교하여 각각 따로 평가한 것이므로 2000년의 값이 통계 전체에 영향을 미치지 않는다.

로콕터, MTRR 그리고 사브 등 해외 방위산업체의 경우 이메일 접촉을 통해 자료를 수집하였다. 한국항공우주산업의 경우 방위산업경영분석(대외비) 및 방위산업진흥회의 자료를 이용하였다.

경제학에서 많이 이용되는 생산함수가 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수이며, 이에 따르면 기업은 자본(K)과 노동(L)을 투입하여 제품을 만들고 그것을 판매(매출액)한다. 여기서 기업의 자본규모는 회사의 총자산으로 그리고 노동의 규모는 종업원수로 판단할 수 있다. 노동의 대리변수로 인건비를 사용할 수 있으나 인원수로 사용한 것은 실물단위를 사용함으로써 비효율성을 적절히 측정할 수 있을 뿐만 아니라 각 나라의 가격효과도 배제할 수 있기 때문이다. 기업의 일차적인 목표는 이윤추구라는 점도 있지만, 규모의 경제가 존재한다는 항공산업의 특성상 장기적인 관점에서 총매출액을 고려하였다. 장기적이고 안정적인 이윤창출을 추구하기 위해서는 매출액 증대를 통한 세계 군용항공기 시장에서의 시장점유율을 제고할 필요가 있기 때문이다. 그리고 분석의 신뢰도를 높이기 위하여 더 많은 DMU¹⁵⁾ 또는 투입·산출 변수를 추가하는 것이 좋으나 수집하고자 하는 내용 대부분이 보안문제 등으로 자료수집 자체에 어려움이 많았기 때문에 변수의 추가에는 제한이 있었다.

2. 분석결과

(1) 효율성 분석결과

<표 1>은 CRS 가정하의 CCR모형과 VRS가정하의 BCC모형을 이용하여 분석대상 회사의 효율성을 분석한 결과로서 기술효율성(TE), 순수기술효율성(PTE) 및 규모효율성(SE)의 전체 평균값을 나타낸 것이다.

분석대상 기업의 기술효율성 평균값은 73.86%로 약 26%의 비효율성이 존재함을 알 수 있다. 즉, 효율적으로 사업을 영위하였다면 동일한 투입물을 가지고 약 26% 정도의 산출물을 증가시킬 수 있었을 것이다. 분석결과를 기업별로 살펴보면 미국 기업의 경우에는 보잉, 록히드마틴, 노드럽그룹 그리고 시콜스키가, 유럽 기업은 BAE와 다쏘가 평균 이상으로 나타났고, 한국항공우주산업은 약 38%의 비효율이 발생하고 있는 것으로 측정되었다.

기술효율성은 순수기술효율성과 규모효율성으로 분해하여 비효율의 원인을

15) 자료포락분석모형에서 설명력을 높이기 위해서는 $DMU수 \geq 2 \times (\text{투입변수수} + \text{산출변수수})$ 라는 제약이 있다.

〈표 1〉 효율성 분석결과

DMU	회 사 명	기술효율성 (TE)	순수기술효율성 (PTE)	규모효율성 (SE)
DMU 1	보잉	0.9077	0.9912	0.9151
DMU 2	록히드마틴	0.8699	0.8763	0.9916
DMU 3	노드럽그루먼	0.8290	0.8487	0.9767
DMU 4	시콜스키	0.7424	0.7866	0.9425
DMU 5	BAE	0.8720	0.9698	0.8956
DMU 6	다쏘	0.8344	0.8908	0.9361
DMU 7	사브	0.4379	0.6633	0.6799
DMU 8	유로콥터	0.6275	0.6611	0.9528
DMU 9	EADS ²⁾	0.6419	0.9295	0.7057
DMU 10	한국항공우주산업 ³⁾	0.6233	1.0000	0.6233
평 균		0.7386	0.8617	0.8619

주: 1) 음영부분은 평균값보다 높게 나타난 DMU들이다.

2) EADS그룹의 Military Transport Aircraft(MTRR).

3) 한국항공우주산업의 경우 세금 및 모든 금융비용을 포함하는 방위산업 경영분석자료를 사용함.

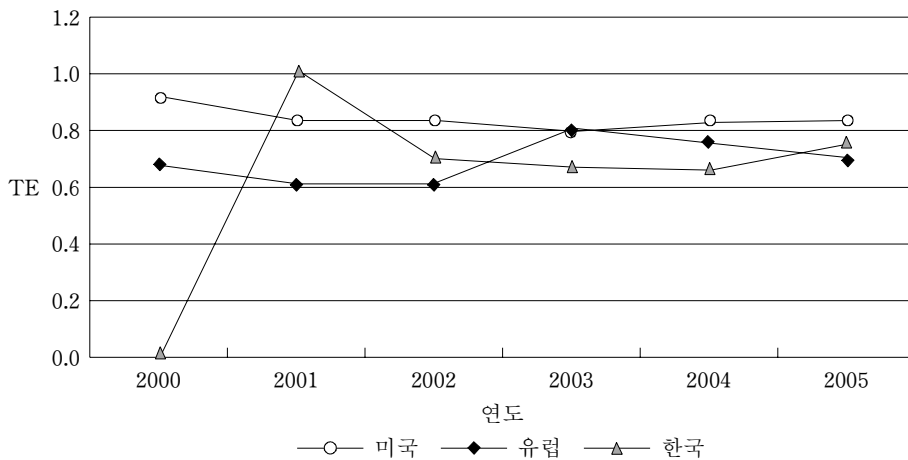
알아볼 수 있다. 순수기술효율성은 각 군용항공기 제작회사의 규모의 차이로 인하여 발생하는 비효율성이 없다는 전제하에, 오로지 주어진 투입으로 보다 많은 산출량을 얻어낼 수 있었는지의 여부만을 측정한다. 즉, 각 기업의 주어진 기술여건하에서 투입·산출 비율을 높게 할 수 있었는지가 측정 목적이 된다. 순수기술효율성의 경우 분석대상 전체적으로 평균 86.17%의 효율성을 보이고 있다. 이는 규모가 크고 작음에 따른 효율성 격차를 고려하지 않고서라도 순수 기술적 측면에서 약 14%의 산출증대 여지가 있었음을 보여 준다. 제작회사별 결과는 미국의 보잉과 록히드마틴, 유럽의 BAE, 다쏘 그리고 EADS, 한국의 한국항공우주산업이 평균 이상으로 나타났다. 특히, 한국항공우주산업의 경우 분석대상 전체 평균보다 훨씬 높게 나타났을 뿐만 아니라, 주어진 기술여건으로 가장 높은 투입·산출 비율을 나타내고 있음을 알 수 있다.

규모효율성은 기술에 상관없이 제작회사가 최적의 규모에 도달하지 못해서 나타나는 규모의 비효율을 구별하는 것으로, 전체 평균은 86.19%의 효율성을 나타내고 있다. 기업별로는 미국의 4개 회사와 유럽의 BAE, 다쏘, 유로콥터가

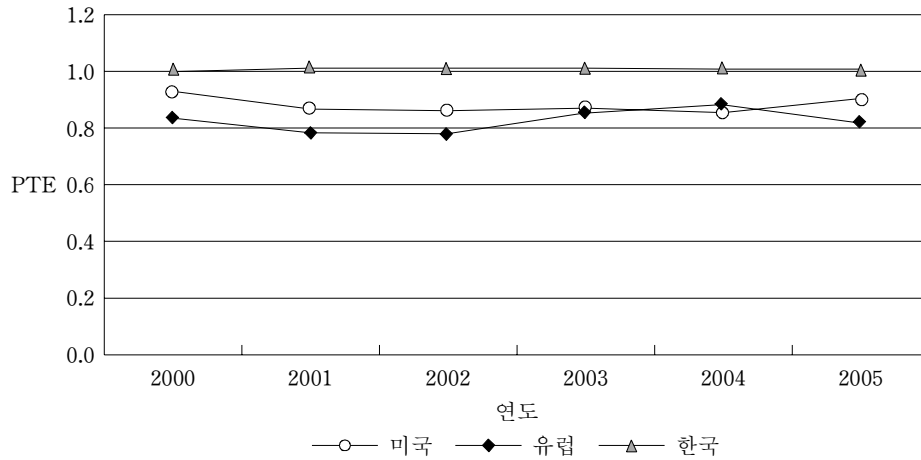
22 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

평균보다 높게 나타났으나, 유럽의 사브, EADS 그리고 한국의 한국항공우주산업은 평균보다 낮게 나타났다. 규모효율성이 순수기술효율성보다 높게 나타난 회사들의 비효율의 원인은 회사 내의 항공기 제작시스템의 기술적 비효율적인 운영에 기인하였다고 볼 수 있다. 반면에 규모효율성이 순수기술효율성보다 낮게 나타난 국가들의 비효율의 원인은 항공기 제작시스템의 규모가 상대적으로 크거나 작기 때문이라고 볼 수 있다. 후자의 경우 시스템의 규모를 늘림으로써 효율을 증가시킬 수 있다. 즉, 규모의 경제효과를 활용해야 한다. 예를 들면, 한국항공우주산업의 경우 군용항공기 제작시스템의 평균 순수기술효율성은 100%로 매우 높은 반면에, 규모효율성은 62.33%로 가장 작은 값을 나타내고 있다. 따라서 이 회사의 비효율 원인은 비효율적인 운영에 기인하였다고 하기보다는 규모가 작은 것에 기인했다고 볼 수 있으며, 따라서 매출증가 및 설비투자 등을 통하여 규모를 확장함으로써 효율성을 개선할 여지가 있다고 볼 수 있다.

<그림 4>와 <그림 5>는 한국, 미국 및 유럽의 기술효율성과 순수기술효율성의 각 국가별 기업 전체 평균값 변화 추이를 나타낸 것이다. 우선 기술효율성 변화 추세를 살펴보면, 미국 기업들이 전반적인 안정세를 보이는 가운데 유럽과 한국보다는 우수한 효율성을 보이고 있다. 한국의 기술효율성을 보면 한국항공우주산업이 최초에 설립되었던 2000년에는 효율성이 낮았지만, 다음해에는 급격히 상승하였고, 2002년 이후에는 일정한 값을 유지하고 있다. 이는 3개 회사가 합병함으로써 탄생한 한국항공우주산업이 초기에는 효율성을 발휘하는데 어려움이 있었으나 차츰 합병의 효과가 나타나고 있는 것으로 볼 수 있다. 그



<그림 4> 미국, 유럽, 한국의 기술효율성(TE) 연도별 변화



〈그림 5〉 미국, 유럽, 한국의 순수기술효율성(PTE) 연도별 변화

럼에도 불구하고 한국의 기술효율성은 여전히 가장 낮은 것으로 나타난다.

한편, 순수기술효율성은 분석대상 회사가 전체적으로 안정세를 보이고 있는데, 이는 규모에 관계 없이 주어진 기술을 이용하여 효율성을 발휘하고 있는 것으로 평가된다. 한국의 한국항공우주산업이 각 연도별로 미국 및 유럽 기업의 평균값보다 높은 효율성을 나타내고 있는데, 이는 규모효율성을 배제한 값이므로 보유한 기술을 이용하여 다른 국가의 기업보다 상대적으로 높은 효율성을 보이고 있다고 할 수 있다.

여기에서 주목해야 할 점은 현재 기업규모에서의 효율성만 고려한다면 순수기술효율성에 의한 측정방법이 좋을 것이나, 장차 기업의 장기적인 효율성 측면을 고려한다면 규모효율성까지 포함한 기술효율성 결과에 더 큰 비중을 두어야 할 것이다. 〈표 2〉는 각 기업의 연도별 규모수익의 특성을 분석한 결과이다.

〈표 2〉에서 보는 바와 같이, 사브와 한국항공우주산업만이 대체로 IRS의 특성을 보이고 있으나 나머지 회사들은 명확한 특성을 보이지 않는다. 특히, 규모효율성이 가장 높은 록히드마틴의 경우 규모수익의 특성이 매우 다양하게 나타나고 있는데, 이것은 최적산출규모에 거의 도달한 록히드마틴의 규모수익 특성을 구분하는 기준값 근처에서 아주 작은 차이로 변동하기 때문이다. 일반적으로 IRS 특성을 보인 기업들의 경우에는 기업규모를 확장함으로써 규모효율성을 개선할 여지가 있는 반면에, DRS 특성을 보인 기업의 경우에는 그 규모를 줄임으로써 효율성을 개선할 여지가 있다. 따라서 기업규모에서 산출의 부족분 또는 투입의 초과분을 구해 적정 산출 또는 투입의 목표를 설정하고, 이를 달

24 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

〈표 2〉 규모수의 분석결과

연도 DMU	2000	2001	2002	2003	2004	2005
보잉	DRS	CRS	CRS	DRS	DRS	DRS
록히드마틴	DRS	DRS	IRS	CRS	CRS	CRS
노드럽그루먼	IRS	DRS	IRS	DRS	DRS	IRS
시콜스키	DRS	DRS	IRS	DRS	DRS	IRS
BAE	CRS	CRS	IRS	CRS	IRS	IRS
다쏘	CRS	DRS	IRS	DRS	DRS	IRS
사브	IRS	IRS	IRS	IRS	IRS	IRS
유로콥터	DRS	DRS	IRS	DRS	DRS	IRS
EADS	DRS	IRS	IRS	CRS	CRS	IRS
한국항공우주산업	IRS	CRS	IRS	IRS	IRS	IRS

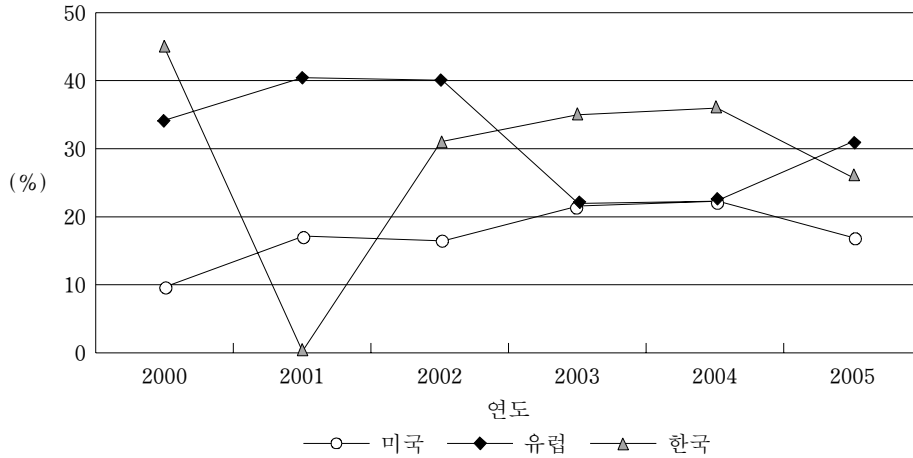
〈표 3〉 평균산출부족률

(단위: %)

연도 DMU	2000	2001	2002	2003	2004	2005	평균
보잉	2.64	0	0	15.13	15.62	22.01	9.23
록히드마틴	21.07	26.71	30.28	0	0	0	13.01
노드럽그루먼	6.04	22.36	20.64	24.35	9.77	11.13	15.71
시콜스키	6.97	18.65	15.35	44.12	62.50	33.26	30.14
BAE	0	0	30.59	0	22.35	10.36	10.55
다쏘	0	28.55	13.84	19.16	10.34	23.14	15.84
사브	64.42	70.70	63.99	58.58	39.97	39.66	56.22
유로콥터	32.42	44.35	49.78	29.39	35.53	32.02	37.25
EADS	69.40	57.64	39.93	0	0	47.87	35.81
한국항공우주산업	99.72	0	30.91	34.46	35.33	25.52	37.66

성하도록 노력할 필요가 있다.

〈표 3〉은 각 회사의 실제 산출량과 최적산출규모의 비율, 즉 기술효율성이 1이 되기 위해 필요한 최적산출규모의 평균부족률을 나타낸 것이다. 기술효율성이 높은 보잉, 록히드마틴, 노드럽그루먼, BAE 및 다쏘의 평균산출부족률은 비



〈그림 6〉 미국, 유럽, 한국의 평균산출부족률 연도별 추세

교적 낮은 반면에 기술효율성이 낮은 시콜스키, 사브, 유로콥터, EADS 및 한국 항공우주산업의 평균산출부족률은 매우 높게 나타났다.

〈그림 6〉은 한국, 미국 및 유럽 기업의 평균산출부족률을 연도별 변화 추세로 나타낸 것이다. 미국 기업의 평균산출부족률은 가장 낮은 값에서 거의 일정한 상태의 변화를 보이고 있다. 유럽 기업의 경우에는 일정하지만 미국 기업보다 높은 값을 보이다가 2003년부터는 미국 기업과 거의 비슷한 수준을 나타내고 있다. 반면, 한국의 경우에는 한국항공우주산업의 초기 사업이 안정화되는 시기를 제외하고는 다른 나라의 평균치보다 매우 높게 나타나고 있다. 이 결과는 총자산과 인원수를 투입하여 얻을 수 있는 산출값과 실제 산출값과의 차이가 크다는 것을 의미한다.

(2) 생산성 분석결과

〈표 4〉는 분석기간 동안 각 기업의 기간별 기술변화(TC), 기술효율성 변화(TEC) 그리고 Malmquist 생산성지수(MPI) 변화의 평균값을 나타낸 것이다. 세 가지 지수 모두 변화값이 1보다 크면 증가를 의미하고, 그 값이 1보다 작으면 감소를 의미한다. 예를 들어, 기술효율성 변화지수가 0.9라면 효율이 10% 감소했다는 의미이고, 반대로 1.1이라면 효율이 10% 증가하였다는 것을 의미한다.

분석결과 분석대상의 생산성이 평균적으로 증가(37.69%)한 것으로 나타났고, 그것의 원동력은 효율개선보다는 기술혁신인 것으로 나타났다. 즉, 분석대상 기업의 군용항공기 제작시스템의 기술진보가 주로 생산성 향상에 영향을 주었다

26 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

〈표 4〉 생산성 분석결과

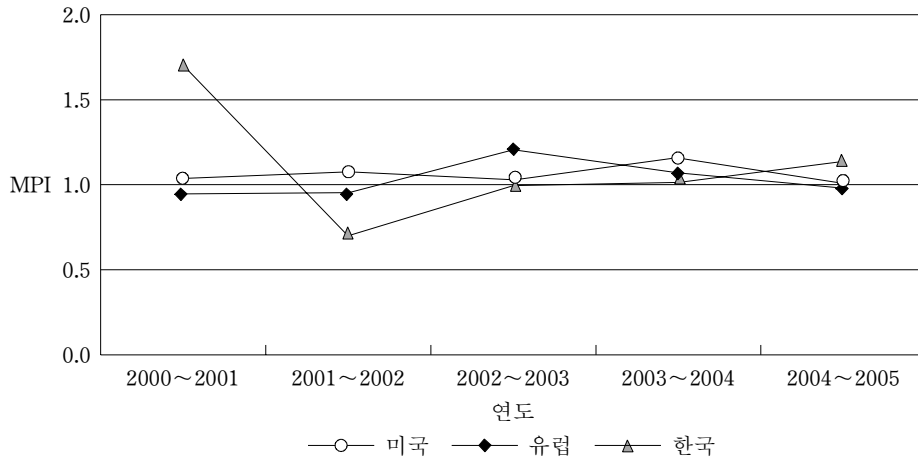
DMU \ 비교	기술변화 (TC)	기술효율성 변화 (TEC)	MPI
보잉	0.9964	0.9767	0.9749
록히드마틴	1.0626	1.0588	1.1205
노드럽그루먼	1.0953	0.9939	1.0855
시콜스키	1.0797	0.9456	1.0205
BAE	0.9473	1.0234	0.9797
다쏘	1.0749	0.9590	1.0301
사브	1.0108	0.9472	0.9318
유로콥터	1.0944	1.0262	1.1163
EADS	0.9475	1.0558	0.9760
한국항공우주산업	4.9654	0.8955	4.5335
평 균	1.4274	0.9816	1.3769

는 것을 알 수 있다. 미국 기업은 록히드마틴, 노드럽그루먼, 시콜스키가, 유럽 기업의 경우에는 다쏘와 유로콥터가, 한국은 한국항공우주산업의 평균생산성이 증가한 것으로 나타났다. 특히, 한국항공우주산업의 경우는 생산성이 다른 나라의 기업보다 매우 높게 나타났는데(453.35%) 그 이유는 한국항공우주산업이 창립된 다음해(2001)부터 기술혁신이 매우 높게 이루어진 결과로 판단된다. 그러나 기술효율성 변화가 전체 평균보다 낮은 것으로 나타났는데 이는 기술변화는 계속해서 이루어져 온 반면 효율성은 그다지 크게 발전하지는 못하고 있다고 볼 수 있다.

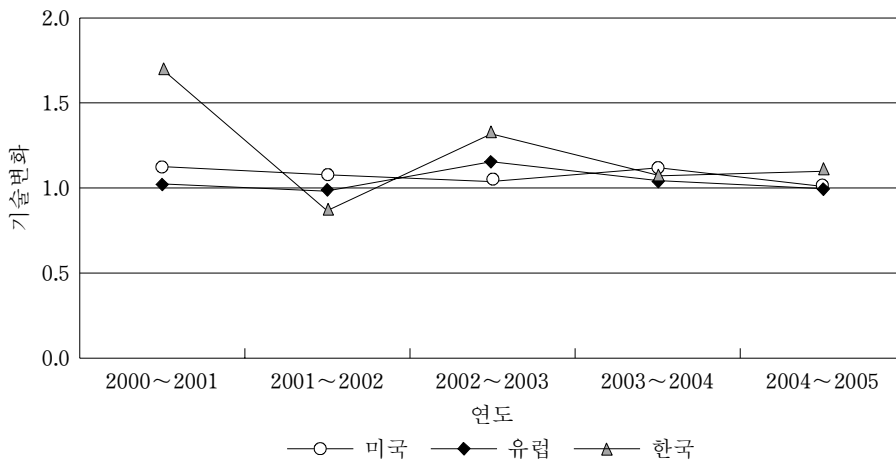
〈그림 7〉~〈그림 9〉는 한국, 미국 및 유럽의 Malmquist 생산성지수 변화, 기술변화 그리고 기술효율성 변화 추세를 각각 연도별로 나타낸 것이다.

〈그림 7〉에서 Malmquist 생산성지수 변화 추세를 보면 미국 기업들은 상대적으로 효율성이 높았고, 유럽 기업들은 미국 기업들만큼 높지는 않지만 꾸준히 안정된 상태를 보이고 있다. 반면에 한국의 경우는 기술효율의 변화가 가장 크고 생산성 변화지수가 초기에 급격히 변화하였다가 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 8〉과 〈그림 9〉를 보면 Malmquist 생산성지수 변화의 요인이 어디에서 기인한 것인지를 판단할 수가 있다. 한국의 경우에 Malmquist 생산성지수 변화



〈그림 7〉 미국, 유럽, 한국의 Malmquist 생산성지수 변화 추세

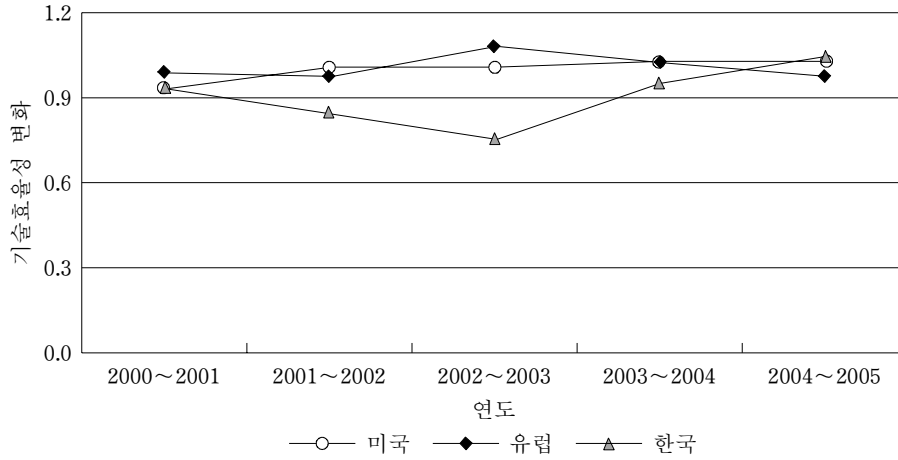


〈그림 8〉 미국, 유럽, 한국의 기술변화 추세

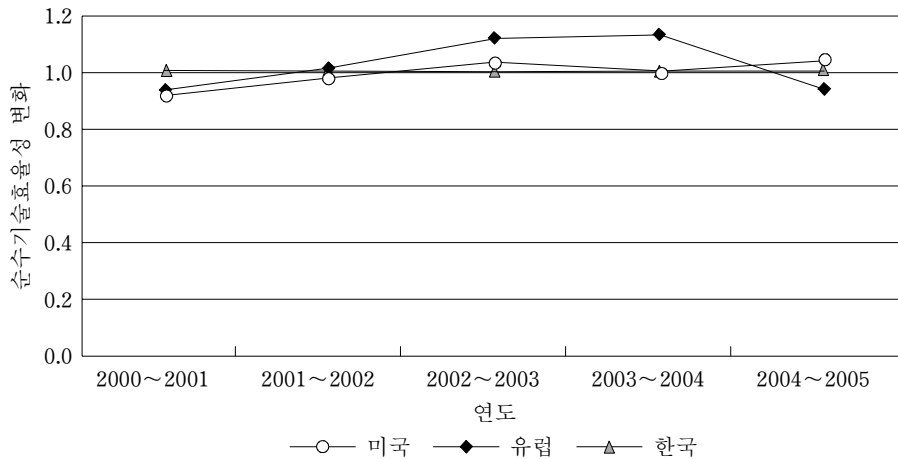
가 큰 폭으로 변한 이유는 기술효율성의 변화이기보다는 기술변화, 즉 기술진보를 통한 생산성 증대를 가져왔기 때문인 것으로 볼 수 있다.

기술효율성 변화는 순수기술효율성 변화와 규모효율성 변화로 구분할 수 있다. 〈그림 10-a〉와 〈그림 10-b〉는 기술효율성 변화를 순수기술효율성 변화와 규모효율성 변화로 구분하여 나타낸 것이다. 〈그림 10-a〉에서 순수기술효율성 변화를 살펴보면 한국은 분석기간 동안 효율성의 변화 없이 일정한 값을 보이고 있는 반면, 미국은 점진적으로 향상되고 있고 유럽의 경우에는 상대적으로 변화가 가장 크다.

28 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

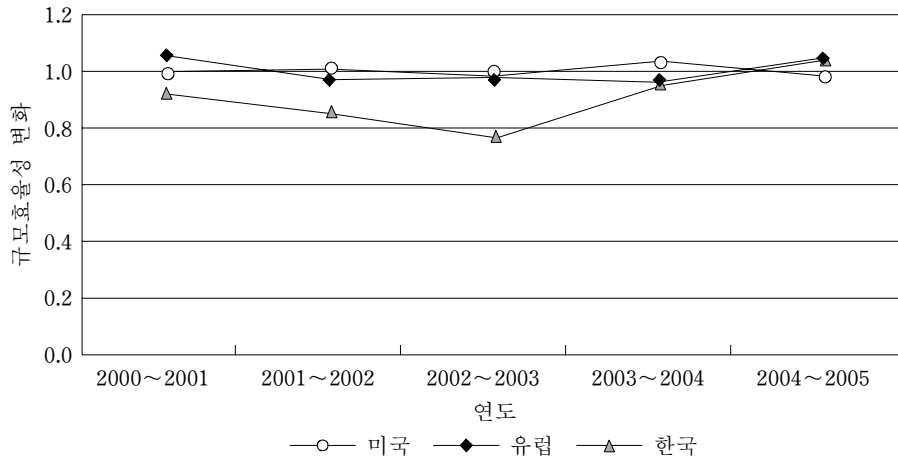


〈그림 9〉 미국, 유럽, 한국의 기술효율성 변화 추세



〈그림 10-a〉 미국, 유럽, 한국의 순수기술효율성 변화 추세

또한 〈그림 10-b〉의 규모효율성 변화는 미국과 유럽은 일정한 값을 갖는 반면에, 한국은 그 변화값이 가장 낮지만 점진적으로 향상되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 한국의 경우 Malmquist 생산성지수를 향상시키기 위해서는 기술진보보다는 기술효율성을 향상시켜야 하고, 그 기술효율성에서도 규모효율성을 증가시켜야 할 것으로 판단된다. 즉, 생산성 향상을 위해서는 최적규모의 생산이 이루어져야 하며, 다시 최적규모를 위해서는 판매증대를 통한 생산규모의 확대가 필요하다고 판단된다.



<그림 10-b> 미국, 유럽, 한국의 규모효율성 변화 추세

IV. 결 론

항공산업은 현대전에 있어 가장 중요한 항공전력을 생산하는 기반이 되는 산업으로 국가안보에 필수적인 것이며, 세계적으로나 국내적으로 경제적 가치가 매우 높은 산업분야 중 하나이다. 이에 본 연구는 한국 및 해외의 완성된 군용 항공기(고정의 및 회전의 항공기)를 제작하는 회사를 대상으로 2000년부터 2005년 사이 효율성과 생산성을 분석하였다. 비모수적 선형계획법인 자료포락 분석모형을 이용하여 정태적인 효율성과 동태적인 생산성을 측정하였으며 생산성은 Malmquist 생산성지수로 표현하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 분석대상이 되는 군용항공기 제작회사의 기술효율성은 평균적으로 73.86%로 측정되었다. 전반적으로 미국의 군용항공기 제작사가 유럽 및 한국의 그것보다 효율적인 것으로 나타났다. 특히, 한국항공우주산업이 설립된 이후 괄목할 만한 효율성의 증대를 이루었지만 전반적으로 미국이나 유럽의 제작사들 보다 효율성은 떨어지는 것으로 나타났다.

둘째, 기술효율성이 떨어지는 이유를 살펴보기 위하여 순수기술효율성과 규모효율성으로 구분하여 분석한 결과, 미국과 유럽의 경우에는 순수기술효율성 측면에서 그리고 한국의 경우에는 규모효율성 측면에서 기술효율성이 떨어지는

것으로 평가되었다. 따라서 한국의 경우에는 효율성을 향상시키기 위해서는 규모를 확장시킬 필요가 있다고 판단된다.

셋째, 동태적 효율성인 생산성 분석결과는 전체적으로 증가(37.69%)한 것으로 측정되었다. 생산성 증가원인은 효율개선보다는 기술혁신인 것으로 나타났다. 미국과 유럽이 안정적인 생산성을 보이고 있고 미국의 생산성이 가장 높은 것으로 측정되었다. 한국의 경우에는 초기에 급격한 변화를 보이다가 차츰 안정되어 가지만 미국과 유럽에 비해서는 생산성이 낮은 것으로 나타났다.

넷째, 생산성 변화요인을 측정한 결과 기술효율성의 변화보다는 기술변화, 즉 기술진보가 꾸준히 이루어진 결과라고 볼 수 있다. 한국의 경우에는 기술변화는 꾸준히 이루어져 왔지만 기술효율성 변화가 낮기 때문에 생산성의 저하가 있었으며, 기술효율성 중에서도 규모효율성 변화가 저조한 것으로 나타났다. 따라서 생산성을 향상시키기 위해서는 규모를 확장할 필요가 있다고 여겨진다.

마지막으로, 본 연구는 선진 군용항공기회사와 우리나라 군용항공기회사를 대상으로 6년간의 자료를 이용하여 효율성을 분석하였다. 그러나 선진 군용항공기회사의 경우 자료확보에 대한 어려움이 있었으며, 국내 항공사의 경우 사업기간이 짧다는 제한점을 가지고 있다. 따라서 추후 군용항공기 효율성에 관한 연구는 자료의 객관적 신뢰성을 확보하는 것이 중요할 뿐만 아니라 연구대상의 기간을 10년 이상으로 확보하는 것이 군용항공기 관련연구에서 무엇보다 중요하다고 판단된다. 또한 KAI와 비슷한 기술과 생산능력을 가진 군용항공기회사를 대상으로 효율성과 생산성을 분석한다면, 좀더 설득력 있는 연구가 될 것으로 고려된다.

결론적으로 우리나라의 군용항공산업은 미국이나 유럽에 비해서 규모는 작지만 기업이 현재 보유하고 있는 순수기술로는 가장 효율적으로 운영되어 왔다. 우리나라에서 군용항공산업을 계속해서 발전시키고자 정부 차원에서 정책을 추진하고 있다. 이를 위해서는 현재 규모를 확장시키기 위한 정부 차원에서의 지원이 필요하다고 본다. 여기서 규모의 확장이라 함은 단순하게 인력이나 설비 투자를 의미하는 것은 아니다. 평균산출부족률에서 볼 수 있듯이, 우리나라의 군용항공기산업은 산출량 또는 매출액을 증가시켜야만 한다. 이를 위해서는 연구개발에 대한 지속적인 투자확대가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 군수위주의 생산품은 시장에서의 수요 제한이 있으므로 그 생산제품의 내용을 다양화하거나, 일부의 경우는 민수분야로 확대할 필요가 있다고 본다. 한편, 자료포락분석모형을 이용하여 측정한 효율성은 상대적인 효율성만을 나타내기 때문에 기

업의 본원적인 경쟁력이나 효율성까지 판단할 수 있는 자료가 되는 것은 아니다. 따라서 효율성 및 생산성 분석을 위해서는 방위산업 현실에 대한 심층적이고 실증적인 분석이 선행되어야 한다. 마지막으로 항공기별 투입·산출 자료가 확보된다면, 한 개의 회사에서 생산하는 여러 종류의 항공기에 대한 기종별 효율성을 분석하는 것도 의미가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

- 김성배, 「국내 항공우주산업의 투자현황 분석과 투자정책 방향」, 한국방위산업 학회세미나 발표자료, 2002.
- 문 승, 「한국자동차산업의 발전과 국제경쟁력에 관한 연구」, 인하대학교 박사 학위논문, 2004.
- 박춘배, 「항공산업의 발전 방향과 대책」, 산업정책토론회세미나 발표자료, 2002.
- 산업자원부, 『2015 산업발전 비전과 전략』, 2005.
- 신보현, 「국방연구개발 추진방향과 연계한 항공사업 육성 발전 방향」, 『항공산업연구』 제63집, 2002, 78~100.
- 이기상, 「우리나라 항공기산업의 산업연관효과의 변동추이」, 『항공산업연구』 제65집, 2003, 52~81.
- 이기상·이무영, 「우리나라 항공기산업의 발전전략」, 『한국항공경영학회지』 제4권 제1호, 2006, 111~134.
- 정청식, 「항공산업 R&D 사업관리 개선에 관한 연구」, 2005.
- 조태환, 「항공산업의 필요성 및 추진방향」, 『과학기술출판』 통권 19호, 2003, 15~18.
- 최동주, 「항공산업의 발전방향과 대책」, 『군사세계』 통권 85호, 2002, 125~132.
- 한국항공우주연구원, 『항공우주산업기술동향』 각권, 2008.
- 홍봉영, 「DEA를 이용한 국내섬유산업의 효율성 및 생산성변화 분석」, 『산업조직연구』 제11권, 2003, 61~69.
- Arcelus, F.J. and P. Arocena, “Convergence and Productive Efficiency in Fourteen OECD Countries: A Non-parametric Frontier Approach,” *International Journal of Production*, Vol. 66, 2000, 105~117.
- Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, “Some Models for Estimating

- Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984, 1078~1092.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity,” *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, November 1982, 1393~1414.
- Charnes, A., Clark T. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision-making units,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, 429~444.
- Farrell, M. J., “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society*, A CXX, Part 3, 1957.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, “Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *American Economic Review*, Vol. 84, No. 1, March 1994, 66~83.
- Färe, R., S. Grosskopf, and P. Roos, “Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice,” in R. Färe, S. Grosskopf, and R. R. Russell, eds., *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Lovell, C. A. K., “Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement of Productivity Change,” *Journal of Productivity Analysis*, 7, 1996, 329~340.
- Malmquist, S., “Index Numbers and Indifference Surfaces,” *Trabajos de Estadística*, 4, 1953, 209~242.
- Ray, S. C. and E. Desli, “Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment,” *American Economic Review*, Vol. 87, No. 5, December 1997, 1033~1039.
- Shephard, R. W., *The Theory of Cost and Production Functions*, Princeton: Princeton University Press, 1970.
- Sipri Yearbook, *Armaments, Disarmament and International Security*, Oxford University Press, 2006.

부 록

〈부표 1〉 연도별 기술효율성, 순수기술효율성 및 규모효율성

연도	회 사 명	DMU	기술효율성 (TE)	순수기술효율성 (PTE)	규모효율성 (SE)
2000년	보잉	T0 DMU 1	0.9736	1.0000	0.9736
	록히드마틴	T0 DMU 2	0.7893	0.8058	0.9796
	노드럽그루먼	T0 DMU 3	0.9396	0.9592	0.9795
	시콜스키	T0 DMU 4	0.9303	0.9499	0.9793
	BAE	T0 DMU 5	1.0000	1.0000	1.0000
	다쏘	T0 DMU 6	1.0000	1.0000	1.0000
	사브	T0 DMU 7	0.3559	0.4795	0.7423
	유로콥터	T0 DMU 8	0.6758	0.6900	0.9795
	EADS	T0 DMU 9	0.3061	1.0000	0.3061
	한국항공우주산업	T0 DMU 10	0.0028	1.0000	0.0028
2001년	보잉	T1 DMU 1	1.0000	1.0000	1.0000
	록히드마틴	T1 DMU 2	0.7329	0.7476	0.9803
	노드럽그루먼	T1 DMU 3	0.7764	0.7938	0.9780
	시콜스키	T1 DMU 4	0.8135	0.9027	0.9012
	BAE	T1 DMU 5	1.0000	1.0000	1.0000
	다쏘	T1 DMU 6	0.7145	0.8074	0.8850
	사브	T1 DMU 7	0.2930	0.4907	0.5971
	유로콥터	T1 DMU 8	0.5565	0.5920	0.9400
	EADS	T1 DMU 9	0.4234	1.0000	0.4234
	한국항공우주산업	T1 DMU 10	1.0000	1.0000	1.0000
2002년	보잉	T2 DMU 1	1.0000	1.0000	1.0000
	록히드마틴	T2 DMU 2	0.6973	0.7047	0.9895
	노드럽그루먼	T2 DMU 3	0.7935	0.8349	0.9503
	시콜스키	T2 DMU 4	0.8465	0.8668	0.9766
	BAE	T2 DMU 5	0.6941	1.0000	0.6941
	다쏘	T2 DMU 6	0.8616	0.9056	0.9514
	사브	T2 DMU 7	0.3601	0.5120	0.7033
	유로콥터	T2 DMU 8	0.5022	0.5085	0.9877
	EADS	T2 DMU 9	0.6008	1.0000	0.6008
	한국항공우주산업	T2 DMU 10	0.6906	1.0000	0.6906

34 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

〈부표 1〉 계 속

연도	회사명	DMU	기술효율성 (TE)	순수기술효율성 (PTE)	규모효율성 (SE)
2003년	보잉	T3 DMU 1	0.8438	1.0000	0.8487
	록히드마틴	T3 DMU 2	1.0000	1.0000	1.0000
	노드롭그루먼	T3 DMU 3	0.8196	0.7794	0.9706
	시콜스키	T3 DMU 4	0.6376	0.6715	0.8322
	BAE	T3 DMU 5	0.6414	1.0000	1.0000
	다쏘	T3 DMU 6	0.8535	0.9396	0.8604
	사브	T3 DMU 7	0.6005	0.4974	0.8329
	유로콥터	T3 DMU 8	0.6447	0.8061	0.8759
	EADS	T3 DMU 9	1.0000	1.0000	1.0000
	한국항공우주산업	T3 DMU 10	0.6467	1.0000	0.6554
2004년	보잉	T4 DMU 1	0.8438	0.9668	0.8728
	록히드마틴	T4 DMU 2	1.0000	1.0000	1.0000
	노드롭그루먼	T4 DMU 3	0.8196	0.8231	0.9957
	시콜스키	T4 DMU 4	0.6376	0.6407	0.9952
	BAE	T4 DMU 5	0.6414	0.8190	0.7832
	다쏘	T4 DMU 6	0.8535	0.9075	0.9404
	사브	T4 DMU 7	0.6005	1.0000	0.6005
	유로콥터	T4 DMU 8	0.6447	0.6773	0.9518
	EADS	T4 DMU 9	1.0000	1.0000	1.0000
	한국항공우주산업	T4 DMU 10	0.6467	1.0000	0.6467
2005년	보잉	T5 DMU 1	0.7799	0.9805	0.7954
	록히드마틴	T5 DMU 2	1.0000	1.0000	1.0000
	노드롭그루먼	T5 DMU 3	0.8887	0.9014	0.9859
	시콜스키	T5 DMU 4	0.6674	0.6878	0.9703
	BAE	T5 DMU 5	0.8963	1.0000	0.8963
	다쏘	T5 DMU 6	0.7685	0.7844	0.9797
	사브	T5 DMU 7	0.6034	1.0000	0.6034
	유로콥터	T5 DMU 8	0.6799	0.6925	0.9817
	EADS	T5 DMU 9	0.5214	0.5769	0.9039
	한국항공우주산업	T5 DMU 10	0.7444	1.0000	0.7444

〈부표 2〉 연도별 Malmquist 생산성지수 분해결과

연도	회사명	기술효율성 변화	순수기술효율성 변화	규모효율성 변화	기술변화	M지수
2000~ 2001년	보잉	1.0135	1.0000	1.0135	1.0219	1.0356
	록히드마틴	0.9284	0.9278	1.0007	1.1410	1.0594
	노드럽그룹	0.8311	0.8276	1.0043	1.1464	0.9528
	시콜스키	0.9116	0.9503	0.9593	1.1182	1.0193
	BAE	1.0027	1.0000	1.0027	0.9973	1.0000
	다쏘	0.7596	0.8074	0.9407	1.1117	0.8444
	사브	0.8127	1.0235	0.7941	0.9865	0.8017
	유로콥터	0.8405	0.8580	0.9796	1.1341	0.9532
	EADS	1.4790	1.0000	1.4790	0.6883	1.0180
	한국항공우주산업	0.9188	1.0000	0.9188	20.5736	18.9021
2001~ 2002년	보잉	1.0000	1.0000	1.0000	1.0402	1.0402
	록히드마틴	0.9453	0.9426	1.0029	1.0920	1.0324
	노드럽그룹	1.0311	1.0518	0.9803	1.0427	1.0751
	시콜스키	0.9970	0.9602	1.0383	1.0775	1.0742
	BAE	0.8331	1.0000	0.8331	0.7836	0.6528
	다쏘	1.1566	1.1216	1.0312	1.0434	1.2069
	사브	0.7450	1.0434	0.7140	0.9546	0.7112
	유로콥터	0.8791	0.8589	1.0235	1.0919	0.9599
	EADS	1.2181	1.0000	1.2181	0.8728	1.0632
	한국항공우주산업	0.8310	1.0000	0.8310	0.8319	0.6913
2002~ 2003년	보잉	0.9212	1.0000	0.9212	0.8771	0.8080
	록히드마틴	1.4266	1.4191	1.0053	1.0252	1.4626
	노드럽그룹	0.9478	0.9335	1.0153	1.1218	1.0633
	시콜스키	0.7162	0.7747	0.9245	1.0668	0.7640
	BAE	1.2221	1.0000	1.2221	0.9822	1.2003
	다쏘	0.9866	1.0375	0.9510	1.0981	1.0834
	사브	0.6583	0.9715	0.6776	1.2678	0.8346
	유로콥터	1.4972	1.5854	0.9444	1.0661	1.5961
	EADS	1.0332	1.0000	1.0332	1.2487	1.2902
	한국항공우주산업	0.7501	1.0000	0.7501	1.2988	0.9742

36 국내·외 군용항공기 제작회사의 효율성 및 생산성 비교

〈부표 2〉 계 속

연도	회사명	기술효율성 변화	순수기술효율성 변화	규모효율성 변화	기술변화	M지수
2003~ 2004년	보잉	0.9805	0.9668	1.0141	1.0642	1.0434
	록히드마틴	0.9936	1.0000	0.9936	1.0549	1.0481
	노드롭그루먼	1.0696	1.0561	1.0128	1.1673	1.2485
	시콜스키	1.0434	0.9541	1.0936	1.1667	1.2173
	BAE	0.7392	0.8190	0.9026	0.9639	0.7125
	다쏘	1.0098	0.9659	1.0455	1.1320	1.1431
	사브	1.4698	2.0104	0.7311	0.8905	1.3088
	유로콥터	0.8758	0.8402	1.0424	1.1771	1.0309
	EADS	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	한국항공우주산업	0.9429	1.0000	0.9429	1.0535	0.9933
2004~ 2005년	보잉	0.9682	1.0141	0.9547	0.9785	0.9474
	록히드마틴	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	노드롭그루먼	1.0897	1.0951	0.9950	0.9984	1.0879
	시콜스키	1.0601	1.0736	0.9874	0.9696	1.0278
	BAE	1.3198	1.2210	1.0809	1.0097	1.3326
	다쏘	0.8822	0.8644	1.0207	0.9894	0.8729
	사브	1.0501	1.0000	1.0501	0.9546	1.0024
	유로콥터	1.0384	1.0225	1.0156	1.0027	1.0412
	EADS	0.5484	0.5769	0.9507	0.9275	0.5087
	한국항공우주산업	1.0346	1.0000	1.0346	1.0693	1.1064

[Abstract]

Comparison of Efficiency and Productivity between Domestic and Foreign Military Plane Manufacturing Firms

Daesik Lee · Youngwan Goo · Seong-Hoon Lee

This paper analyzed relative efficiency and productivity of 10 military plane manufacturing firms in U.S., Europe and Korea, including Korea Aerospace Industries (KAI), by using DEA model and Malmquist productivity index for the period 2000~2005. Efficiency was, in general, higher in U.S. firms than in European and Korean firms. KAI showed the highest pure technical efficiency at current scale among the firms. Inefficiency in the firms, in general, was due to scale rather than pure technical inefficiency. Especially, KAI was the highest in scale inefficiency among the firms. Average productivity increased over time with U.S. firms highest among the firms. There was a steady technological progress in all firms but the scale inefficiency lowered the productivity change. Therefore, the scale inefficiency in KAI can be improved by expanding the manufacturing scale.

Keywords: efficiency(static efficiency), productivity(dynamic efficiency), DEA, Malmquist productivity index, aerospace industry

JEL Classification: D20, L10, L20