

Malmquist 생산성 지수(MPI)를 이용한 한국 조선 산업의 생산성 변화 +

박석호**

Analysis on Productivity Change in Korean Shipbuilding Industry using Malmquist Productivity Index

Park, Seok-Ho

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the productivity change of the Korean shipbuilding industry between 2001-2008 and 2008-2015 by using MPI(Malmquist Productivity Index) to decompose the sources of total factor productivity growth into technical efficiency change, scale efficiency change, pure efficiency change, technical change. The empirical results are as follows. In the first half of the year (2001-2008), productivity increased by 2.8%, which was due to technological advances rather than technical efficiency. In the second half (2008-2015), productivity change declined by -3.4%. This is attributable to the technical efficiency deterioration and technological degeneration caused by a decrease in shipbuilding orders due to the global economic downturn after the global financial crisis and the rise of Chinese shipbuilding industry. In the first half of the period, productivity change was higher than in the second half. Especially, the difference between the two periods is attributed to the technical change and it was proved by statistical verification. The policy implications of this paper suggest that the government and each DMU need to develop new technologies to cope with changes in the global shipbuilding industry environment and strategies to eliminate inefficiencies in order to increase productivity in the future.

Key words: MPI(Malmquist Productivity Index), Korean shipbuilding industry Technical efficiency change, Scale efficiency change, Pure efficiency change, Technical change.

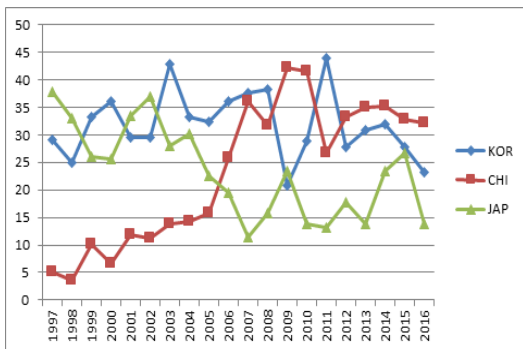
▷ 논문접수: 2018. 02. 16. ▷ 심사완료: 2018. 03. 19. ▷ 게재확정: 2018. 03. 26.

+ 본 논문은 2016년 목포대학교 학술연구조성연구비로 연구되었음.

**목포대학교 무역학과 교수 shpark@mokpo.ac.kr

I. 서론

한국 조선 산업은 2003년 세계경제의 호황으로 조선 산업의 3대지표인 수주량, 건조량, 수주잔량 측면에서 약 40년 동안 세계 조선 산업을 주도하였던 일본을 추월하였다. 이처럼 한국 조선 산업이 비약적으로 성장할 수 있었던 요인은 글로벌 시장 구조의 변화, 정부의 적극적인 지원정책과 기술향상으로 인한 선박인도 기간의 단축 및 생산설비의 효율성 증대, 생산성 향상 등이라 할 수 있다. 그러나 2009년 글로벌 금융위기 이후 한국 조선 산업은 많은 어려움을 겪고 있다. 수주량 및 건조량 부문에서 세계 1위를 지키고 있던 한국 조선 산업이 2010년 이후 중국의 조선 산업 지원 정책과 저가 수주에 따른 수주량과 건조량 부문에서 한국을 추월하면서 세계 조선 산업의 주도권 선두경쟁을 하고 있다.



〈그림 1〉 한국·중국·일본의 수주량 비율(%)

한편 과거 조선강국이었던 일본은 자국 내 시장의 한계를 벗어나기 위해 대형조선사 간 합병을 추진하고 있으며, 이를 통한 규모 확대 및 생산설비의 집약과 효율화를 추진하고 있다.

이러한 현상들은 한국의 조선사들이 향후 세계시장을 주도하기 위해서는 지속적인 생산성향상을 위한 노력과 세계 조선시장의 새로운 변화(친환경 및

고효율선박인 그린 쉽 확대 등)에 적극 대응할 수 있는 전략을 요구하고 있다.

본 고에서는 한국 대형조선소를 중심으로 2001년부터 2015년 기간 중 글로벌 금융위기 이전(2001-2008년)과 이후(2008-2015년)로 나누어 생산성이 어떻게 변했으며, 어느 정도 변했는가를 Malmquist 생산성 지수를 이용하여 실증 분석하고자 한다.

II. 선행연구

조선 산업과 관련된 연구는 크게 두 분야로 나눌 수 있다. 하나는 세계 조선 산업을 주도하고 있는 한국·일본·중국 간의 경쟁력 및 주도권과 관련된 연구이며, 다른 하나는 조선 산업내 효율성과 생산성에 관한 연구이다.

한국·일본·중국 간 경쟁력 및 주도권과 관련된 연구는 신태(2001), 조은경(2011), 강강석(2012), 조영상(2012), 지창구(2008) 등이 있다.

이러한 연구들은 한국과 중국 그리고 일본의 조선 산업을 산업조직론적 접근을 통해 분석되었으며, 최근 중국 정부의 지원에 힘입어 중국 조선 산업의 경쟁력에 관한 연구가 증가하고 있는 실정이다.

생산성 변화를 분석하는 최근의 연구들은 확률적 생산변경함수(Stochastic production frontier function)를 추정하는 모수적 분석(parametric analysis)과 자료포락분석(Data envelopment analysis)을 이용한 Malmquist 생산성 지수(Malmquist productivity index)와 메타프론티어함수(Meta-frontier function)를 추정하는 비모수적 분석(non-parametric analysis)으로 구분할 수 있다.

먼저 확률적 생산변경함수에 의한 분석은 생산(비용)함수에 시간함수를 도입하고 계량경제학적인 분석으로 기술진보 및 효율성을 측정하는 방법이

다. 이 방법은 기술적 비효율성을 오차항으로 포함하는 확률적 생산변경함수를 추정하고, 추정된 생산함수를 시간에 대해 미분하여 생산성 및 기술진보를 추정한다.

다음으로 비모수적 자료포락분석(DEA)은 선형계획법을 이용하여 생산(비용)변경함수를 찾는 방법으로 비용극소화나 이윤극대화를 요구하지 않으며 생산성 결정요인을 분해하기 용이하다(이정동·오동현(2010)).

비모수적 메타프론티어함수는 산업내 최대효율 기업을 기준으로 비교하여 한 집단내 최대효율 기업을 기준으로 비교하여 한 집단내 기업의 생산성 변화와 생산성 격차를 분해하여 제시한다.

이에 관한 연구는 물류기업분야에서 박홍균(2012), 강상목·이주명(2008), 정확빈·김윤성(2016) 등이며, 조선 산업 분야의 연구는 박석호·김효남(2012), 정영근·임응순(2011) 등이다.

이상의 연구들은 한국·일본·중국 간 조선 산업의 경쟁력과 관련되어 있거나, 효율성 및 생산성에 관한 것들이다.

본 논문에서는 생산성과 관련해서 기존 연구와는 달리 글로벌 금융위기를 기점¹⁾으로 이전(2001-2008년)과 그 이후(2008-2015년)로 나누어 조선 산업의 경쟁력의 원천인 생산성은 어디에서 발생되었으며, 어느 정도의 변화가 발생했는가를 연구하고자 한다.

III. 연구모형

생산성(productivity)은 투입요소를 이용해 산출물로 전환하는 정도, 즉 산출량 대비 비용(또는 투

입량 대비 산출량)으로 측정된다. 이러한 생산성은 단일 요소의 투입당 산출량, 즉 부분요소 생산성으로 측정될 수도 있고 모든 요소와 산출량을 각각 집계하여 하나의 지수로 표현한 총 요소의 투입량 산출량(또는 산출당 비용), 즉 총 요소 생산성으로 측정될 수도 있다.

Malmquist 생산성 지수 (Malmquist Productivity Index)란 비모수적 분석방법인 DEA(자료포락분석) 방법 중 하나로 동태적인 생산량 변화와 그 구성요인의 변화를 분석하기 위해 총 요소생산성의 증가율을 추정하는 방법이다.

특정시점 t의 기술수준에서 t시점과 t+1 시점의 생산성변화를 측정하는 Malmquist 생산성 지수(MPI)를 개발하였다. MPI의 추정방법은 특정 생산함수를 가정하지 않고 거리함수에 기초하여 투입 요소에 대한 산출물의 지수로 정의된다.

Malmquist 생산성 지수를 이용한 접근방법은 투입과 산출에 관한 정량적 정보만으로 계산될 수 있고 투입과 산출의 값에 대한 추정오류를 제거할 수 있으며, 모수적인 추정방법을 위해서는 상당한 기간의 횡단면의 데이터를 통합하여 사용해야 문제점 해결이 가능하나 투입한 결과 대비 수익이 얼마나 나왔다는 것만을 보여주며, 수익성의 개선이 생산함수 또는 비용함수의 개선에서 비롯된 것인지의 밝혀내지는 못하는 한계점을 가지고 있다.

거리함수를 이용하여 투입기준 생산성 변화를 t기의 생산기술과 t+1기의 생산기술에 대한 MPI를 다음과 같이 정의 하였다.

$$m^t(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)}$$

$$m^{t+1}(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \dots\dots\dots (!)$$

1) 글로벌 금융위기 발생시점을 기준으로 나눈 이유 중 또 다른 이유는 2003년을 기점으로 한국이 일본을 수주량 측면에서 추월하였으며, 2010년은 중국이 수주량 측면에서 한국을 추월한 해이다. 이러한 상황에서 생산성이 어떻게 변했는가를 비교해 보는 것도 의미있는 연구라 사료된다.

여기서 x 는 투입요소로서 조선소별 투입요소를 의미하며, y 는 조선소별 산출요소를 의미한다.

위의 두 Malmquist 생산성 지수의 기하평균으로부터 t 기와 $t+1$ 기의 생산성 변화를 나타내는 투입 지향 Malmquist 생산성 지수는 다음과 같이 정의된다.

$$m(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(2)$$

식 (2)에서 괄호 안의 첫 번째 식은 t 기 프런티어의 관점에서, 두 번째 식은 $t+1$ 기 프런티어의 관점에서 Malmquist 생산성 지수를 평가한 것이다.

$m > 1$ 이면 t 기로부터 $t+1$ 기까지 양의 중요소생산성 증가가 발생한 것을 의미하며,

$m < 1$ 이면 음의 중요소생산성 증가가 발생한 것을 의미한다.

이러한 Malmquist 생산성 지수를 기술효율성의 변화(technical efficiency change)와 기술진보(technological change)로 분해하면 다음과 같은 식으로 정의된다.

$$m(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)} \times \left[\frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_c^t(x_t, y_t)}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(3)$$

식 (3)에서 오른쪽 항의 첫 번째 항목은 t 기와 $t+1$ 기 사이의 기술효율성 변화, 즉 비효율적 생산단위가 프런티어에 속한 생산단위에 어느 정도 따라갔는가를 나타내며,

두 번째 항목은 t 기와 $t+1$ 기 두 기간 사이의 기술진보의 기하평균, 즉 해당 생산단위를 기준으로 프런티어의 기술향상이 어느 정도 이루어졌는가를 나타낸다.

그런데 기술효율성의 변화는 순수기술효율성의 변화(pure technical efficiency change), 규모효율성의 변화(scale efficiency change)의 곱으로 정의되므로 규모의 비효율이 존재할 경우 Malmquist 생산성 지수는 식 (4)와 같이 표현될 수 있다.

$$m(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{d_v^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_v^t(x_t, y_t)} \right] \times \left[\frac{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})/d_v^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^t(x_t, y_t)/d_v^t(x_t, y_t)} \right] \times \left[\frac{d_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d_c^t(x_t, y_t)}{d_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

식 (4)의 오른쪽 첫 번째 항은 순수기술효율성의 변화, 두 번째 항은 규모효율성의 변화, 세 번째 항은 기술변화를 각각 의미한다. 따라서 Malmquist 생산성 지수는 순수기술효율성의 변화, 규모효율성의 변화, 기술변화로 분해될 수 있다.

그런데 기술효율성의 변화는 생산과정에서 투입물이 얼마나 효율적으로 산출물로 전환되는가를 측정한다. 순수기술효율성의 변화는 t 기와 $t+1$ 기 사이에 프런티어에 얼마나 접근했는지를 측정하며, 규모효율성의 변화는 2기간 동안 규모의 경제에 얼마나 접근했는지를 측정한다.

이러한 의미에서 순수기술효율성의 변화는 모방에 의한 따라잡기로 해석된다.

기술변화는 2기간 사이의 프런티어를 구성하는 국가들의 기술혁신에 의한 프런티어의 자체의 이동을 측정한다.

IV. 실증분석

1. 자료수집 및 투입산출변수 선정

본 연구에서 사용된 자료는 한국조선해양플랜트 협회에서 발간한 조선자료집(造船資料集) 각 년호(2005년부터 2017년까지)를 이용하였다.

DEA분석에서 가장 중요한 선행조건은 비교대상인 DMU(Decision Making Unit)가 동질적이어야 한다는 것이다. 즉 DMU는 동일한 투입요소를 사용하여 동일한 목적의 생산물을 산출해야 한다. 이는 DMU의 동질성여부는 연구결과의 신뢰성에 큰 영향을 미치기 때문이다.

그래서 자료이용이 가능한 조선소 중 대형 조선소를 중심으로 분석하였다.

일반적으로 조선소의 연구에 사용되는 변수의 경우, 기업 내생변수로는 하드웨어적인 변수인 척(隻) 수, Dock 면적 및 선대(船臺) 수, 안벽길이(m), 건조량(CGT) 등을, 재무적인 변수로는 자본금, 매출액, 당기순이익 등을 들 수 있다(박석호·김호남 2012:161).

국내 대형조선소의 생산성 평가를 위해서는 먼저 DEA 모형에 포함되는 투입요소와 산출요소를 선정해야 한다. DEA 모형에서는 투입요소와 산출요소에 대한 가중치가 모형 내에서 결정되기 때문에 DMU의 상대적 효율성은 모형에 포함된 투입요소와 산출물의 실제 측정치에 의해 결정된다.

그러나 모형에 포함되는 투입과 산출을 어떻게 정의하는가에 따라서 결과가 달라질 수 있다. 따라서 정확한 효율성 평가를 위해서는 적절한 투입요소와 산출물의 선정이 아주 중요하다.²⁾ 앞에서 살

2) 투입, 산출에 관한 일치된 견해는 존재하지 않으며, 연구자에 따라서 다르게 나타나고 있다. 실제로 DEA 분석의 투입물과 산출물에 대한 정의에 따라 서로 다른 분석 결과를 보이고 있다. 또한 효율성을 평가하는데 효율성과 관련

퍼본 바와 같이 효율성 평가를 하는 데 있어서 DEA 모형에 이용된 투입 및 산출요소들은 연구자에 따라 투입요소와 산출요소가 다르다.

〈표 1〉 투입·산출변수의 기술통계량

	2001-2008		
	투입변수	산출변수	
	종업원수 (명)	안벽길이 (m)	건조량 (CGT)
평균	12178.96	4024,208	1412806
표준 편차	6186.884	2350.032	798203.8
최대값	25034	9394	3662643
최소값	3209	1100	224430
	2008-2015		
	투입변수	산출변수	
	종업원수 (명)	안벽길이 (m)	건조량 (CGT)
평균	16535.13	4925.813	1857479
표준 편차	7103.5	2459.689	781550.5
최대값	31680	7918	3662643
최소값	7275	1100	569067

본 연구에서는 조선소의 안벽길이(m)와 종업원 수(명)를 투입변수로, 건조량(CGT)을 산출변수로 선정하였다³⁾. DEA분석 기법의 특성상 투입·산출변

되는 모든 변수를 DEA모형에 포함시키는 것은 현실적으로 불가능할 뿐만 아니라 효율적이지 못한 것으로 알려져 있다.

DEA는 투입산출변수의 수가 증가하게 되면 효율적으로 평가 되는 DMU의 수가 증가하는 특징을 갖고 있기 때문에 비 효율적인 단위들의 판별이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 DMU의 수에 따라 투입산출요소의 수를 제한함으로써 DMU 효율성을 적절하게 차별화시킬 필요가 있다.

3) 조선소의 내생변수인 척수와 Dock와 선대를 제외한 이유는 첫째, 통계자료를 구할 수 있는 DMU가 대형조선소로 한정되어 있고, 둘째, 척수의 경우, 건조량과 실제로 증복

수의 수가 증가하게 되면 효율적으로 평가되는 DMU의 수가 증가해야 하기 때문에, 한정된 DMU⁴⁾는 투입변수와 산출변수의 수를 제한하고 있어 투입변수 2개와 산출변수 1개로 정하였다.

연구의 실증분석에 앞서 투입·산출변수의 기술 통계량은 <표 1>과 같다.

2. 실증결과

Malmquist 생산성 지수는 서로 다른 두 시점의 투입물 조합과 산출물 조합이 시간의 흐름에 따라 어떻게 변하는지 측정한다. Malmquist 생산성 지수는 크게 투입규모의 효율성 정도를 나타내는 기술 효율성 변화(TEC)와 두 기간사이의 생산기술변화, 즉 기술진보의 정도를 판단할 수 있는 기술변화(TC)로 나타낼 수 있다.

기술효율성 변화(TEC)는 순수기술 효율성변화(PEC)와 규모효율성변화(SEC)로 구성되며, DMU의 생산성을 평가할 수 있는데, 순수기술효율성은 생산성 향상을 위한 투입 및 산출요소의 적정배합정도를, 규모효율성변화는 규모의 경제실현을 위한 적정 규모인지를 판단할 수 있게 한다.

이때 지수가 '1' 보다 크면 t기 대비 t+1기에 생산성이 증가함을, '1' 보다 작으면 감소함을 의미하며, '1' 인 경우 변화가 없음을 의미한다.

<표 2>는 2001-2008년 기간 동안 연도별 평균 총요소 생산성 변화추이를 보여주고 있다. 이 기간 동안 생산성 변화는 1.028로 2.8% 증가한 것으로 나타났다. 이는 기술효율성변화(TEC)보다는 기술변화(TC)에 기인된 것으로 기술진보는 생산성 향상으로 이어진 것이다.

될 개연성이 있으며, Dock와 선대의 경우, 각 조선소별 기준이 표준화되어 있지 않으며, 안벽길이와 또한 중복될 수 있기 때문이다.

4) 대형조선소는 7개소이나 그 중 한 곳은 자료미비로 인해 분석에서 제외됨.

연도별로 분석해 보면, 생산성 향상은 2001-2002년, 2006-2007년, 2007-2008년 그리고 생산성 하락은 2002-2003년, 2004-2005년, 2005-2006년에 나타나고 있다.

이러한 현상은 <그림1>의 수주량 비율의 부침과 상관관계를 있을 것이다.

<그림 1>의 2002-2003년 수주량의 급격한 증가는 생산성 증가로, 2004-2005년의 수주량 급감은 생산성 감소로 유추 될 수 있다.

또한 기술진보와 기술효율성 증가가 동시에 이뤄진 2006-2007년, 2007-2008년은 큰 생산성 증가를 보이고 있으나, 기술퇴보와 기술효율성 감소를 보인 2004-2005년, 2005-2006년에는 큰 생산성 감소를 보이고 있다.

<표 3>는 2001-2008년 기간 동안 DMU별 평균 총요소 생산성 변화추이를 보여주고 있다.

이 기간 중에 생산성이 향상된 DMU는 DMU3, DMU4, DMU5, DMU6이며, 하락한 DMU는 DMU1, DMU2로 나타났다.

특이한 현상은 첫째, 전 DMU가 정도의 차이는 있지만, 기술진보를 보이고 있다는 점. 한국 조선산업이 이 기간 동안 일본을 추월한 주요 요인은 새로운 기술도입으로 인한 기술혁신이 많이 이뤄진 것을 의미한다.

둘째, 기술효율성 변화는 순효율성변화와 규모 효율성변화를 곱한 값이다.

<표3>의 기술효율성의 감소는 순효율성 변화가 0 이상인 점을 고려한다면, 대부분 EMU의 규모효율성 감소에 기인된 것이다. 기업의 규모효율성 감소의 원인은 이 기간 동안 기업내부의 영업과 관련 부문의 비효율적인 요소가 있음을 의미한다.

〈표 2〉 연도별 평균 중요소 생산성 변화추이(2001-2008)

	TEC	PEC	SEC	TC	MP
2001-2002	0.970 (-3.0)	1.039 (3.9)	0.934 (-6.6)	1.218 (21.8)	1.181 (18.1)
2002-2003	1.017 (1.7)	0.985 (-1.5)	1.032 (3.2)	0.969 (-3.1)	0.985 (-1.5)
2003-2004	0.934 (-6.6)	1.015 (1.5)	0.921 (-7.9)	1.153 (15.3)	1.077 (7.7)
2004-2005	0.984 (-1.6)	0.928 (-7.2)	1.059 (5.9)	0.831 (-16.9)	0.818 (-18.2)
2005-2006	0.935 (-6.5)	0.924 (-7.6)	1.012 (1.2)	0.878 (-12.2)	0.821 (-17.9)
2006-2007	1.034 (3.4)	1.166 (16.6)	0.887 (-11.3)	1.257 (25.7)	1.300 (30.0)
2007-2008	1.047 (4.7)	1.007 (0.7)	1.040 (4.0)	1.060 (6.0)	1.110 (11.0)
평균	0.988 (-1.2)	1.006 (0.6)	0.981 (-1.9)	1.041 (4.1)	1.028 (2.8)

주: 1) ()은 연평균 증가율(%)=(각 요인의 측정값-1)*100

2) TEC:기술효율성변화,PEC:순수효율성변화,SEC:규모효율성변화, TC:기술변화, MP:생산성변화

〈표 3〉 DMU별 평균 중요소 생산성 변화추이(2001-2008)

DMU	TEC	PEC	SEC	TC	MP
DMU1	0.949 (-5.1)	1.000 (0.0)	0.949 (-5.1)	1.004 (0.4)	0.952 (-4.8)
DMU2	0.991 (-0.9)	1.010 (1.0)	0.982 (-1.8)	1.003 (0.3)	0.995 (-0.5)
DMU3	1.004 (0.4)	1.020 (2.0)	0.985 (-1.5)	1.020 (2.0)	1.024 (2.4)
DMU4	1.002 (0.2)	1.003 (0.3)	1.000 (0.0)	1.055 (5.5)	1.057 (5.7)
DMU5	0.981 (-1.9)	1.007 (0.7)	0.975 (-2.5)	1.078 (7.8)	1.058 (5.8)
DMU6	1.000 (0.0)	1.000 (0.0)	1.000 (0.0)	1.088 (8.8)	1.088 (8.8)
평균	0.988 (-1.2)	1.006 (0.6)	0.981 (-1.9)	1.041 (4.1)	1.028 (2.8)

주: 1) ()은 연평균 증가율(%)=(각 요인의 측정값-1)*100

2) TEC:기술효율성변화,PEC:순수효율성변화,SEC:규모효율성변화, TC:기술변화, MP:생산성변화

〈표 4〉 연도별 평균 총요소 생산성 변화추이(2008-2015)

	TEC	PEC	SEC	TC	MP
2008-2009	0.925 (-7.5)	1.017 (1.7)	0.909 (-9.1)	1.020 (2.0)	0.943 (-5.7)
2009-2010	1.087 (8.7)	1.013 (1.3)	1.073 (7.3)	0.797 (-20.3)	0.867 (-13.3)
2010-2011	0.831 (-16.9)	0.802 (-19.8)	1.037 (3.7)	1.062 (6.2)	0.883 (-11.7)
2011-2012	1.160 (16.0)	1.204 (20.4)	0.964 (-3.6)	1.392 (39.2)	1.615 (61.5)
2012-2013	1.045 (4.5)	1.103 (10.3)	0.948 (-5.2)	0.906 (-9.4)	0.947 (-5.3)
2013-2014	0.912 (-8.8)	0.926 (-7.4)	0.985 (-1.5)	1.157 (15.7)	1.055 (5.5)
2014-2015	0.899 (-10.1)	0.908 (-9.2)	0.991 (-0.9)	0.749 (-25.1)	0.674 (-32.6)
평균	0.974 (-2.6)	0.988 (-1.2)	0.985 (-1.5)	0.992 (-0.8)	0.996 (-3.4)

주: 1) ()은 연평균 증가율(%)=(각 요인의 측정값-1)*100

2) TEC:기술효율성변화,PEC:순수효율성변화,SEC:규모효율성변화, TC:기술변화, MP:생산성변화

〈표 4〉은 2008-2015년 기간 동안 연도별 평균 총요소 생산성 변화추이를 보여주고 있다. 이 기간 동안 생산성 변화는 0.996으로 -3.4% 감소한 것으로 나타났다. 기술변화 -0.8%, 기술효율성변화 -2.6%가 생산성 감소의 원인이 되었다. 2001-2008년의 생산성 향상은 수주량 증가와 2008-2015년의 생산성 감소 또한 수주량의 감소에서 찾을 수 있다. 세계경기의 침체, 중국 조선 산업의 추격은 한국 조선 산업의 경쟁력 약화, 수주량 감소로 이어졌다.

생산성이 증가한 기간은 2011-2012년과 2013-2014년 이었으며, 생산성이 하락한 기간은 2008-2009년, 2009-2010년, 2010-2011년, 2012-2013

년 그리고 2014-2015년이였다.

특히, 2011-2012년은 조선경기 호황기로, 기술효율성변화(TEC), 기술변화(TC), 순수효율성변화(PEC)가 상승한 것으로 나타난 것은 추가적인 설비투자를 억제하며 건조량을 증가시키는 과정에서 공정혁신과 yard의 최적화된 생산시스템 개발로 인한 생산성 향상을 보였다(한국수출입은행, 2012).

그리고 2014-2015년에는 기술퇴보와 기술효율성 감소가 동시에 나타나 큰 생산성 하락을 보이고 있는 이유는 글로벌 경기 침체와 저가수주로 인한 영업이익 악화, 중국 조선 산업의 경쟁력 향상에 기인된 것이라 생각된다.

〈표 5〉 DMU별 평균 총요소 생산성 변화추이(2008-2015)

DMU	TEC	PEC	SEC	TC	MP
DMU1	1.000 (0.0)	1.000 (0.0)	1.000 (0.0)	0.985 (-1.5)	0.985 (-1.5)
DMU2	0.976 (-2.4)	0.976 (-2.4)	1.000 (0.0)	0.971 (-2.9)	0.948 (-5.2)
DMU3	0.983 (-1.7)	0.969 (-3.1)	1.014 (1.4)	0.993 (-0.7)	0.976 (-2.4)
DMU4	0.925 (-7.5)	0.928 (-7.2)	0.997 (-0.3)	0.997 (-0.3)	0.922 (-7.8)
DMU5	0.928 (-7.2)	1.024 (2.4)	0.907 (-9.3)	1.004 (0.4)	0.932 (-6.8)
DMU6	1.036 (3.6)	1.039 (3.9)	0.997 (-0.3)	1.000 (0.0)	1.036 (3.6)
평균	0.974 (-2.6)	0.988 (-1.2)	0.985 (-1.5)	0.992 (-0.8)	0.966 (-3.4)

주: 1) ()은 연평균 증가율(%)=(각 요인의 측정값-1)*100
 2) TEC:기술효율성변화,PEC:순수효율성변화,SEC:규모효율성변화, TC:기술변화, MP:생산성변화

〈표 5〉는 2008-2015년 기간 동안 DMU별 평균 총요소 생산성 변화추이를 보여주고 있다.

이 기간 중에 생산성이 향상된 DMU는 DMU6이며, 하락한 DMU는 DMU1, DMU2, DMU3, DMU4, DMU5로 나타났다. 특이한 점은 첫째, DMU5와 DMU6를 제외하고, 전 DMU가 정도의 차이는 있으나 기술퇴보를 보이고 있다는 점.

둘째, 기술효율성 감소와 기술퇴보가 동시에 나

타난 DMU는 DMU2, DMU3, DMU4이다.

셋째, 이 기간에 기술변화 보다는 기술효율성 변화가 생산성 변화에 더 큰 영향을 준 것으로 나타났다. 이는 수주량 감소로 인한 개별 DMU의 기술혁신을 제외한 개별기업운영과 관련된 요소들의 비효율적인 면이 있었다는 것을 대변하고 있으며, 조선 산업의 효율적 운영을 위해, 구조조정의 필요성이 제기되는 이유이기도 한다.

〈표 6〉 두 기간 동안 DMU별 기술효율성변화(TEC), 기술변화(TC), 생산성 변화(MP) 비교

(단위: %)

DMU	TEC			TC			MP		
	2001-2008	2008-2015	차이	2001-2008	2008-2015	차이	2001-2008	2008-2015	차이
DMU1	-5.1	0	5.1	0.4	-1.5	-1.9	-4.8	-1.5	3.3
DMU2	-0.9	-2.4	-1.5	0.3	-2.9	-3.2	-0.5	-5.2	-4.7
DMU3	0.4	-1.7	-2.1	2.0	-0.7	-2.7	2.4	-2.4	-4.8
DMU4	0.2	-7.5	-7.7	5.5	-0.3	-5.8	5.7	-7.8	-13.5
DMU5	-1.9	-7.2	-5.3	7.8	0.4	-7.4	5.8	-6.8	-12.6
DMU6	0.0	3.6	3.6	8.8	0.0	-8.8	8.8	3.6	-5.2

주:TEC:기술효율성변화,PEC:순수효율성변화,SEC:규모효율성변화, TC:기술변화, MP:생산성변화

〈표 6〉에서는 두 기간 동안 DMU별 기술효율성 변화(TEC), 기술변화(TC), 생산성 변화(MP)를 비교하였다. 기술효율성 변화(TEC)에서는 DMU1(5.1%), DMU6(3.6%)이 증가하였고, 나머지 DMU는 감소하였다. 특히, DMU4(-7.7%), DMU5(-5.3)는 큰 감소를 보였다.

기술변화(TC) 측면에서 두 기간을 비교해 보면 DMU 전체가 기술퇴보를 보이고 있다. 2001-2008년 기간 동안 큰 기술진보를 보였던 DMU6 와 DMU5, DMU4가 큰 기술퇴보를 보이고 있다.

생산성 변화(MP) 측면에서 두 기간을 비교해 보면, DMU1을 제외하고는 전부 생산성이 감소했다.

〈표 7〉은 기술효율성 변화(TEC), 순수효율성변화(PEC), 규모효율성변화(SEC), 기술변화(TC)와 생산성변화(MP)

	2001-2008	2008-2015	Z-통계량	P=값
TEC	0.988	0.974	Z=0.678	P=0.249
PEC	1.006	0.988	Z=1.034	P=0.151
SEC	0.981	0.985	Z=-0.225	P=0.411
TC	1.041	0.992	Z=3.091	P=0.001
MP	1.028	0.966	Z=2.363	P=0.009

주: TEC: 기술효율성변화, PEC: 순수효율성변화, SEC: 규모효율성변화, TC: 기술변화, MP:생산성변화

〈표 7〉은 기술효율성 변화(TEC), 순수효율성변화(PEC), 규모효율성변화(SEC), 기술변화(TC)와 생산성변화(MP)가 두 기간 간에 평균변화가 없다는 귀무가설을 Z-검정에 의한 결과를 요약하고 있다.

〈표 7〉에 의하면 평균 생산성변화는 2001-2008년

기간 동안 1.028로, 2.8% 증가한 반면, 2008-2015년 기간 동안에는 0.966으로, -3.4% 감소한 것으로 나타났다. 이는 기술효율성변화보다는 기술변화에 기인된 것으로 나타났다. 그러나 두 기간 동안의 순수효율성변화와 규모효율성변화는 평균에서 차이가 있었다고 할 수 없다.

통계적 검정을 통해 보면, 기술변화(TC)는 Z-통계량이 3.09로, P=0.001로 나타났으며, 생산성(MP)도 Z-통계량이 2.363, P=0.009로 귀무가설을 기각하여, 2001-2008년과 2008-2015년간의 기술퇴보와 생산성이 감소한 것으로 해석할 수 있다.

이러한 현상은 2001-2008년 기간에는 기술진보를 통한 생산성 증가는 수주량 증가에 기인되었으나, 2008-2015년 기간 동안에는 글로벌 금융위기 이후 세계경기 침체, 중국 조선 산업과의 경쟁심화로 수주물량의 감소로 인한 생산성 감소로 이어진 결과라 할 수 있다.

따라서 생산성 감소가 기술퇴보에 기인되었기 때문에, 한국 조선 산업의 생산성 향상을 위해서는 기술진보를 위한 대책이 필요하다.

특히 친환경변화에 부응하는 선박평형수와 관련된 신기술 개발은 수주량 증대에 영향을 줄 것이다.

또한, 기술효율성변화는 순수효율성변화와 규모효율성변화로 구성되기 때문에, 기술효율성변화가 두 기간 동안 변화를 보이지 않았다는 것을 의미한다. 그래서 기술효율성변화를 기하기 위해서는 다음 두 가지 측면을 고려해야 한다.

즉, 규모효율성을 증대시키기 위해서는 투입물 중 시설투자를 하기 위해서는 많은 자금이 소요되지만, 종업원을 줄이는 인력감축을 통한 구조조정을 통한 방법이 있다. 그러나 인적 구조조정도 여러 제약으로 인해 쉽지 않을 것이다.

V. 결론

본 연구는 한국 조선 산업의 생산성 변화에 대해 글로벌 금융위기가 발생한 2008년을 기준으로 2001년-2008년, 그리고 2008-2015년, 두 기간 동안 어떠한 변화가 있었는가를 Malmquist 생산성 지수(MPI)를 이용하여 분석해 본 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 생산성 변화는 2001-2008년 기간 동안 2.8% 증가하였으나, 2008-2015년에는 -3.4%가 감소하였다. 이는 글로벌 금융위기 이전은 글로벌 경기가 호황이었으나, 그 이후는 글로벌 금융위기로 인해 글로벌 경기가 불황이었기 때문인 것으로 추정된다.

둘째, 기술변화는 생산성의 향상과 감소를 결정짓는 가장 중요한 요소이다. 2001-2008년 기간 동안의 생산성 증가는 기술효율성변화 보다는 기술진보가 더 큰 역할을 하였지만, 2008-2015년 기간 동안의 생산성 감소는 기술효율성변화보다는 기술퇴보를 보임으로써 나타난 현상이다.

셋째, 기술효율성변화는 순기술효율성변화와 규모효율성변화로 분해할 수 있다.

2001-2008년 기간 동안의 기술효율성변화는 -1.2%로 감소, 2008-2015년 기간 동안에도 -2.6% 감소하였다. 이는 한국 조선 산업의 호황기인 2001-2008년 동안에 조선업계에서는 생산성의 주요한 부분을 기술의 효율성보다는 기술혁신에 중점을 두었다는 점을 알 수 있으나, 2008-2015년 기간 동안은 조선 산업 불황기로 많은 자금이 소모되는 기술변화가 퇴보됨으로써 효율성 감소로 연결되었다.

넷째, DMU별 기술변화는 2001-2008년 기간 동안 0.3% ~ 8.8% 범위 내에서 향상되었으나, 2008-2015년 기간 동안 DMU5(0.4%)를 제외하고는 기술정체(DMU6)이거나 기술퇴보를 보이고 있다.

다섯째, Z-검정 결과를 요약하면, 생산성 증가와 기술변화는 귀무가설이 기각되어, 두 기간 동안 생산성변화와 기술변화는 평균에 있어 차이가 있음을 통계적으로 검정하였다.

본 연구를 통해 도출한 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수주량 증가는 생산성 향상으로 이어질 가능성이 크기 때문에, 각 DMU는 수주량 증가를 위한 노력이 필요하다.

둘째, 향후 세계 조선 산업의 새로운 변화, 즉 친환경 조선 및 고효율선박인 그린쉽 확대에 따른 신기술 개발을 위한 정부 및 조선 산업계의 전략적 대응전략이 필요하다.

셋째, 기술효율성변화 측면에서 제기된 비효율적 요인을 제거하기 위한 구조조정이 필요하다.

한편 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구에서 활용된 Malmquist 생산성 지수는 기술변화, 기술효율성 변화 등의 여러 요인을 분해하여 총요소생산성 값을 도출하고, 이에 대한 생산성 변화요인을 측정한다는 장점이 있으나 가격변수 외에 비용 극소 또는 이윤극대 등 미시적 접근이 미흡하다는 한계가 있다.

따라서 향후 연구에서는 DMU의 재무적 요소 및 인적자본, 연구개발 등이 포함된 대리변수를 사용하여 생산성변화의 결정요인 그리고 기술적 비효율성의 요인을 검증할 필요가 있다.

둘째, 본 분석 기법은 선정된 변수 및 DMU에 따라 효율적인 프론티어가 다르므로 결과도 달라질 수 있는데, 이는 상대적 비교를 통하여 효율성 및 생산성이 도출되기 때문이다.

향후 연구결과의 신뢰성 확보를 위하여 도출된 결과를 바탕으로 실제경영개선 정도와 생산성 개선 변화에 비교분석 또한 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 강상목·이주명(2008), 항만물류 기업의 총요소생산성과 그 분해요인분석, 한국항만경제학회지, 제24집, 제4호, 47-70.
- 강강석(2012), 한국과 중국·일본의 조선산업 국제경쟁력 비교분석, 부산대학교 대학원, 석사학위논문.
- 구종순(2014), BSC-DEA와 Malmquist 생산성지수를 활용한 우리나라 해운선사의 벤치마킹 관리에 관한연구, 해운물류연구, 제83집, 제1호, 579-615.
- 신덕(2001), 조선기업의 경쟁우위 요인에 관한 연구, 동아대학교 대학원, 박사학위논문.
- 박만희(2008), 효율성과 생산성 분석, 서울: 한국학술정보.
- 박석호(2010), 국내 대형조선업계의 효율성과 생산성 분석, 한국항만경제학회지, 제26집, 제4호, 188-206.
- 박석호·김호남(2012), 조선산업의 생산성과 효율성 변화와 그 결정요인, 한국항만경제학회지, 제28집, 제2호, 155-177.
- 박흥균(2012), 지역에 따른 육상운송의 효율성과 생산성 분석, 한국항만경제학회지, 제28집, 제4호, 59-77.
- 오성동·박노경(2001), 컨테이너항만의 국제경쟁력 분석방법: EDA접근-생산효율성분석을 중심으로, 한국항만경제학회지, 제17집, 제1호, 27-51.
- 오원균(2012), 글로벌 물류기업의 경영생산성 분석, 한국항만경제학회지, 제28집, 제2호, 113-128.
- 이정동·오동현(2010), 효율성분석이론, IB BOOK.
- 이영재·공정민·전준우·여기태(2016), DEA와 Malmquist 지수를 활용한 화물자동차 운송업체의 효율성과 생산성 분석에 관한 연구, 한국항만경제학회지, 제32집, 제2호, 91-103.
- 정영근·임웅순(2011), 한국 조선산업의 국민경제적 파급효과 분석, 한국항만경제학회지, 제27집, 제4호, 129-143.
- 정학빈·김율성(2016), Super Efficiency DEA와 Malmquist 생산성 지수를 활용한 한-중컨테이너 터미널의 효율성 비교, 한국항만경제학회지, 제32집, 제3호, 1-20.
- 조영상(2012), 한국, 중국, 일본 조선해양산업 경쟁력에 관한 실증연구, 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 조은경(2011), 조선해양산업 글로벌 경쟁력 강화를 위한 기술개발 환경 개선방안, 고려대학교 경영정보대학원, 석사학위논문.
- 조윤기·배규한(2009), 중국 지역경제의 수렴성 및 효율성 결정요인 분석, 동북아경제연구, 제21권 제 12호, 255-281.
- 지창구(2008), 후발기업의 추월전략에 관한 연구:한일조선 기업 사례를 중심으로, 한양대학교 대학원, 박사학위논문.
- 채중훈(2010), 지역산업 연관분석을 통한 한국 조선산업의 경제적 파급효과 분석-전남지역을 중심으로, 국제지역연구, 제14집, 제1호, 33-53.
- 한국조선해양플랜트협회, 조선자료집, 매년호.
- 한국수출입은행(2012), “2012년도 중국 조선산업 동향” Issue Briefing.
- 한국수출입은행(2012), “2013년도 조선해운시황 전망”, 산업리스크 Report, Vol. 2012-S-13.
- Farrell, M. J.(1957), “The Measurement of productive Efficiency”, Journal of Royal Statistical Society, 120, 253-281.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z.(1994), “productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries”, American Economic Review, 84, 66-83.
- Francois, J.F. and J. Woerz(2008), “producer Services, Manufacturing Linkages, and Trade”, Journal of Industry, Competition and Trade, Vol. 8, No. 3, 199-229.
- Kim, S. W., Chou, Y. H.(2007), “Total Factor Productivity and Determinants in China: Regional Perspective”, Journal of Economic Studies, 25(2), 191-215.
- Krishnasamy, G., Ahmed, E. M.(2009), “productivity Growth Analysis in OECD Countries: Application of Metafrontier Functions”, The Journal of the Korean Economy, 10(2) 225-244.
- Lee, J. Y.(2008), “global Trends of Productivity Growth: Evidence from the Malmquist Index” Journal of International Economic Studies, 12(1) 111-136.
- Mazumdar, M., Rajeev, M.(2009), “Comparing the efficiency and productivity of the Indian Pharmaceutical Firms: A Malmquist -Meta-Frontier Approach”, International Journal of Business and Economics, 8(2) 159-181.

Malmquist 생산성 지수(MPI)를 이용한 한국 조선 산업의 생산성 변화

국문요약

본고는 Malmquist 생산성 지수를 이용하여 글로벌 금융위기 이전인 2001-2008년, 그 이후인 2008-2015년 두 기간 동안 조선 산업의 생산성변화를 기술효율성변화, 순효율성변화, 규모효율성변화, 기술변화로 구분하여 측정함과 동시에 두 기간 동안 생산성 변화를 비교하였다. 전반기(2001-2008년)에는 2.8%의 생산성 향상되었으며, 이는 기술효율성 보다는 기술진보에 기인된 것으로 나타났다. 후반기(2008-2015)에는 -3.4%의 생산성 하락으로 나타났다. 이는 글로벌 금융위기이후 세계경제의 침체로 인한 선박수주 물량의 감소, 중국 조선 산업의 부상 등으로 인해 기술효율성 저하, 기술퇴보 등에 기인된 것으로 나타났다. 두 기간 중 전반기 가 후반기보다 생산성이 높게 나타났다. 특히 두 기간 간에 이러한 차이는 기술변화에 의해 기인된 것으로, 즉, 기술 퇴보는 생산성 감소로 나타났으며, 통계적 검증을 통해서도 이를 입증할 수 있었다. 본 연구 결과에 의한 정책적 시사점으로는 정부 그리고 각 DMU들은 향후 생산성 증대를 위해, 글로벌 조선 산업의 환경변화에 대응하는 신기술개발 그리고 비효율적 요인을 제거하는 전략이 필요하다는 점을 제시하고 있다.

주제어: 맬퀴스트 생산성 지수, 한국 조선 산업, 기술효율성변화, 규모효율성변화, 기술변화

