Vol. 32(4):387-396
DOI: 10.4217/OPR.2010.32.4.387

Ocean and Polar Research

December 2010

Article

맘퀴스트 생산성지수를 이용한 수산물 가공식품 도매업의 생산성 분석에 관한 연구

표희동* · **김종천**

부경대학교 수산과학대학 해양산업경영학과
(608-737) 부산광역시 남구 대연3동 599-1

Productivity Analysis in Fisheries Processed Wholesale Products Using Malmquist Productivity Index

Heedong Pyo* and Jong-Cheon Kim

Department of Marine Business and Economics, College of Fisheries Sciences
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract : This paper estimates changes in the total factor productivity and technical efficiency change index and the technical change index using the Malmquist productivity index (MPI) in fishery-processed wholesale products over the time period spanning 2006-2008. The model considers a number of employees and operating costs as input factors, and sales and EBIT (earnings before tax and interest) as output factors. The results demonstrate that, between 2006 and 2007, there has generally been no technical progress, although a small improvement in productivity was detected in the sales scale of 10 billion won-50 billion won. Between 2007 and 2008, there was technical progress in the majority of DMU, except within the range of 20 million won-10 billion won. Wilcoxon's rank-sum test, however, demonstrates no statistically significant differences in productivity between the two periods.

Key words : Data Envelopment Analysis (DEA), Malmquist Productivity Index (MPI), Decision Making Units (DMU), fisheries processed food wholesale

1. 서 론

우리나라 수산업은 90년대 말 이후 본격적인 글로벌화가 진행되어 2006년 이후 산업 내 무역이 국제통합형 글로벌 산업의 경로로 진입한 것으로 평가되고 있다. 이와 같이 수산업은 수산물의 글로벌 가치사슬이 형성되면서 선진국의 대형소매유통기업, 외식체인 등이 수산물 유통의 가치사슬의 말단에서 확고한 진위를 확보하고 있다는 점도 이러한 경향을 가속화한다. 이에 따라 많은 영세한 수산물 생산자가 시장과 유통망에 진입하는 것이 더욱 어려워지고 있다. 또한, 국내수산물공급의 축소에 따라 가공업체 전반에 있어 가공원료의 확보가 어렵고 고가격화 등으로 가동률이 현저히 저하되어 효율성제고를 위한 구조조정이 필요하다. 최근 20년 동안 고부가가치의 신선·가공 수산물 생산이 늘어나고 있는데, 이는 소비자 기호의 변화와 가공 및 유통에서 기술 진보에 힘입은 것이다. 특히 기술적인 면에서 냉장·냉동 장치, 제빙기, 포장기 등의 장비의 혁신이 있었고 어선에 이러한 장비가 탑재되면서 해상에서의 보관과 가공이 가능해졌다. 이에 따라 활(活)·신선·냉장 수산물의 유통 범위가 넓어지고 고부가가치의 가공 수산물 생산이 확대되었다. 특히 수산물을 손질하고 절단하는 수준의 저차 가공에서 조제, 급냉 같은

*Corresponding author. E-mail : pyoh@pknu.ac.kr

고차 가공으로의 발전이 두드러진다. 이는 다국적 대형소매유통기업의 국제 배급망이 확대되면서 수산물 가치사슬(value chain)의 글로벌화에 따른 것이다.

1990년대 중반까지의 생산성변화 추정과 관련된 대부분의 전통적인 연구는 재무비율분석 중 성장성분석방법(Growth Accounting Method)을 이용하여 총요소생산성(Total Factor Productivity)의 증가율을 추정하는 데 초점을 맞추어 왔다. 성장성분석방법은 관찰된 산출량이 최적산출량이라는 전제하에 생산량을 분석하고 생산요소들의 성장에 대한 기여율 분석에 관심을 둔다. 그러나 이 방법은 매 시점마다 투입과 산출의 측정이 효율적으로 이루어지지 않는다는 점을 고려하면 관찰된 산출량이 최적산출량이라고 할 수 없는 문제점을 내포하고 있다. 한편, 전통적인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)의 경우는 시점간의 동태적 분석이 어렵고 효율성 분석에만 치중하므로, 시계열 데이터를 이용한 동시적인 효율성 분석과 동태적인 분석이 어렵다. 따라서 이의 한계를 극복하기 위해 맘키스트(Malmquist)가 개발한 맘키스트 생산성지수(Malmquist Productivity Index: MPI)가 1990년 중반 이후 자주 사용되고 있다(박 2008).

따라서 본 논문은 수산물 도매업의 규모별 패널자료에 대하여 MPI를 이용하여 동적인 효율성 내지는 생산성을 분석하고 비효율적인 측면을 찾아 대안을 제시함으로써 대내외적 위기상황을 극복하고 산업 내에서 경쟁우위를 확보하는데 중요한 정책적 시사점을 제공하는데 있다.

맘퀴스트를 활용하여 분석한 연구로는 Parkan and Wu (1999), 오 (2001), 유 (2002), 김 (2004), 김 등 (2005), 원 (2006), 장 (2008) 등이 있는데, 이들 연구에서는 투입요소로 인건비, 재료비, 영업비용 등과 같은 자본과 관련된 지표가 사용되고 있으며, 산출요소로는 사용자수, 수익, 수익과 관련된 비율 등의 사용자 혹은 수익과 관련된 지표가 사용되고 있는 것으로 나타났다. Parkan and Wu (1999)은 1987년부터 1993년 사이의 홍콩 제조 산업의 생산성을 측정하기 위해서 홍콩제조업 분야를 9개로 구분하고 4개 투입요소와 3개 산출요소에 대하여 7개년간의 시계열 데이터를 이용하여 생산성 분석을 수행하였다. 장 (2008)은 2001년부터 2006년 사이의 농수산물도매시장의 생산성을 측정하기 위해서 전국 농수산물도매시장 29곳으로 구분하고 4개의 투입요소와 1개 산출요소에 대하여 6년간의 시계열 데이터를 이용하여 변화를 DEA/Window와, 맘퀴스트로 생산성을 분석하고 구체적인 요인분석을 수행하였다.

한편, 전통적인 DEA를 활용한 수산업 연구로는 Pascoe and Herrero (2004), 김 (2006), 이 (2007), 이 (2008), 노 (2009), 이 (2009) 및 서 (2009) 등이 있는데, 이들 연구에서는 투입요소로 어선척수, 마력수, 종사자수, 생산비 등과 같은 지표가 사용되고 있으며, 산출요소로는 어획량, 생산금액, 매출액 등의 지표가 사용되고 있는 것으로 나타났다. Pascoe and Herrero (2004)의 연구는 스페인 북대서양 Conil 항만의 낙지어업 어선 70척을 분석대상으로 투입변수 2개와 산출변수 1개에 대하여 1991년부터 1997년까지 8년동안 자원량 지수의 변화를 규모수익가변이란 가정을 적용하여 CPUE 결과값과 도출된 DEA 지수를 비교분석하였다. 이 (2007)는 국내수산물 소비지시장의 지역별 가격결정구조에 관한 연구에서 전국 16개 도시를 분석대상으로 투입변수 3개, 산출변수 1개에 대하여 2001년 1개년도로 한정하여 수산물 도소매업체의 효율성을 규모수익가변을 적용하였고, Tobit 모형을 이용해 효율성 결정요인을 분석하였다. 그러나 이들 수산업 적용 선행연구들은 전통적인 DEA 기법을 적용한 것으로 본 논문에서와 같이 패널자료에 대하여 MPI를 이용하여 수산물 가공식품 도매업의 동적인 효율성 내지는 생산성을 분석한 경우는 아직 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 수산업 분야에 MPI를 적용한 연구라는 측면에서 차별성을 부여할 수 있다.

본 논문은 수산물 가공식품 도매업의 생산성을 계량적으로 측정하고 그 변화 요인을 분석하기 위해 MPI를 이용한다. 이는 DEA기법으로부터 얻어진 거리함수에 기초하는 선형계획법의 일환이다. 특히 생산성 변화의 구성 성분인 기술적 효율성 변화지수(Technical Efficiency Change Index: TECI)와 기술적 변화지수(Technical Change Index TCI)을 분해하여 분석하고, TECI는 그 구성성분에 있어서 순수 효율성 변화지수(Pure Efficiency Change Index: PECI)과 규모 효율성(Scale Efficiency Change Index: SECI)으로 다시 구분하여 분석하여 추격잠재력과 혁신잠재력에 대한 문제해결의 방향성을 제시한다. 그리고 두 분석기간과 두 가지 서로 다른 그룹에 속하는 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)들의 효율성을 비교해 보기 위해 Wilcoxon의 순위합검정(Rank-sum Test)을 실시한다.

본 논문의 구성은 II장에서 MPI의 이론적 배경으로 MPI의 개념과 다양한 효율성의 지표들을 소개하고 이들을 측정할 수 있는 6개의 거리함수들을 제시한다. III장에서는 분석대상인 수산물 가공식품 도매업의 실증분석 결과를 소개한다. 마지막으로 IV장에서 분석결과를 정리한다.

2. 이론적 배경

패널자료에 대한 DEA의 연장선인 MPI는 여타의 DEA 기법과 마찬가지로 투입지향(input-oriented)의 MPI 와 산출지향(output-oriented)의 MPI로 구분할 수 있다. 본 연구의 분석대상인 투입요소로는 종사자수, 사업경비(영업외경비 제외) 2개의 변수를 선정하였고 산출요소로서는 영

업이익과 매출액 2개의 변수를 이용하였다. 수산물 가공식품 도매업의 경우 법인도매가 선도적인 역할을 수행하고 있고, 수산물 유통의 특성상 산출요소보다 투입요소를 제어하는 것이 효율성 제고에 도움이 되는 바 투입지향의 MPI를 이용한다.

맘키스트 생산성 지수

DEA 분석은 상대적인 효율성을 측정할 수 있는 방법이다. 따라서 절대적인 수치로 나타나지 않는 부분에 대해 보완을 해야 하는데, 이때 이용하는 방법이 MPI이다. MPI는 기간별 동적인 분석을 수행할 수 있고 생산기술의 변화정도와 효율성의 변화를 측정할 수 있다.

MPI는 거리함수를 이용하며 Caves et al. (1982)은 t 기의 생산기술과 $(t+1)$기의 생산기술에 대해서 식 (1)과 같이 정의하였다.

$$M^t = \frac{D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^t(x^t,y^t)},\ M^{t+1} = \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^t,y^t)} \tag{1}$$

여기서, $D_I^t(x^t,y^t)$ 와 $D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$ 는 t기와 $(t+1)$기의 투입기준 기술적 효율성을 의미한다. 즉, $D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})$ 는 $(t+1)$기의 산출 y^{t+1} 를 t기의 기술을 이용하여 $(t+1)$기의 투입 x^{t+1} 과 동일한 비율을 유지하면서 줄일 수 있는 최대한의 크기를 의미한다. $D_I^t(x^{t+1},y^{t+1}), D_I^{t+1}(x^t,y^t)$ 는 t기와 $(t+1)$기 사이의 기술변화를 측정하는 데 이용된다.

Fare et al. (1994)은 MPI를 그대로 사용하는 경우에 평가기간 간의 자의성을 피하기 위해 두 MPI의 기하평균으로부터 t기와 $(t+1)$기의 생산성 변화를 나타내는 투입지향 MPI를 식 (2)와 같이 다시 정의하였다.

$$M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) = \left[\frac{D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^t(x^t,y^t)} \times \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^t,y^t)}\right]^{1/2} \tag{2}$$

여기서, $M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) > 1$이면 t기에 비해서 $(t+1)$기에 생산성이 증가하였다는 것을 의미하고, $M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) < 1$이면 생산성이 감소하였다는 것을 의미하며, $M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) = 1$ 이면 변화가 없음을 의미한다. $M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t)$ 는 다음과 같이 TECI와 TCI로 분해할 수 있다.

$$M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) = TECI \times TCI$$

$$TECI = \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^t(x^t,y^t)}$$

$$TCI = \left[\frac{D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \times \frac{D_I^t(x^t,y^t)}{D_I^{t+1}(x^t,y^t)}\right]^{1/2} \tag{3}$$

여기서 TECI[1]는 두 기간의 기술적 효율성 변화를 평가하는 척도이다. 그리고 TCI[2]는 두 기간 사이의 생산기술변화, 즉 효율적인 변경에 의한 이동이 생산성 변화에 어떻게 기여하는가를 평가하는 척도이다.

Fare et al. (1994)은 식 (3)에서 TECI는 다시 PECI[3]와 SECI[4]로 분해하여 식 (4)로 전환하였다.

$$\begin{aligned} M_I(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) &= \frac{V_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{V_I^t(x^t,y^t)} \\ &\times \left[\frac{V_I^t(x^t,y^t)}{D_I^t(x^t,y^t)} \times \frac{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{V_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}\right] \\ &\times \left[\frac{D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \times \frac{D_I^t(x^t,y^t)}{D^{t+1}(x^t,y^t)}\right]^{1/2} \\ &= PECI \times SECI \times TCI \end{aligned} \tag{4}$$

따라서, MPI는 식 (4)와 같이 PECI, SECI, TCI 등 세 가지 부분으로 분해하여 추정할 수 있다. 식 (4)에서 $V_I^t(x^t,y^t)$ 는 t기의 규모수익가변(Variable Returns to Scale: VRS) 기술에서의 투입거리함수를 나타내고 $V_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})/V_I^t(x^t,y^t)$는 t기에 대한 $(t+1)$기의 PECI를 평가하는 척도이다. $V_I^t(x^t,y^t)/D_I^t(x^t,y^t)$ 는 t기에서의 규모수익불변(Constant Returns to Scale: CRS) 기술에 대한 규모수익가변 기술의 투입거리함수의 비율을 나타내고 이는 SECI를 의미한다.

거리함수 측정방법

t기와 $(t+1)$기에 대해서 특정 DMU의 투입과 산출 자료가 주어질 때 식 (4)을 이용하여 투입지향 MPI를 계산하기 위해서는 6개 거리함수-$D_I^t(x^t,y^t)$, $D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$, $D_I^t(x^{t+1},y^{t+1})$, $D_I^{t+1}(x^t,y^t)$, $V_I^t(x^t,y^t)$, $V_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$- 를 추정해야 한다. 거리함수 측정에는 앞에서 다룬 비모수적

[1]규모수익불변 기술수준에서의 기술 효율성변화지수를 나타냄. 이는 추격 잠재력을 의미하고, 학습 및 지식파급효과, 시장 경쟁력, 비용구조 및 설비 가동률 개선 등의 영향을 반영하는 지수이다

[2]규모수익불변 기술수준에 대한 두 시점 간의 생산가능곡선의 상대적 이동을 나타내는 기술변화지수이다. 이는 혁신 잠재력을 반영하는 것이며, 신제품 및 생산공정혁신, 새로운 경영기법, 외부충격 등 생산가능곡선을 이동시키는 요인으로부터 영향을 받는다

[3]규모수익가변 기술수준에서 효율성의 상대적 변화를 의미한다

[4]규모수익가변 기술수준에 대응하는 규모수익불변 기술수준에서의 최대 산출량의 비율을 의미한다

방법인 선형계획법을 이용하는 DEA 방법을 주로 이용하고 있다. 6개 거리함수를 추정하기 위한 DEA 모형은 다음과 같이 주어진다.[5)]

$$D_I^t(x^t,y^t) = \text{Min}\theta \quad (5)$$
$$s.t \quad \theta x^t - \lambda X^t \geq 0$$
$$-y^t + \lambda Y^t \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1}) = \text{Min}\theta \quad (6)$$
$$s.t \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^{t+1} \geq 0$$
$$-y^{t+1} + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^t(x^{t+1},y^{t+1}) = \text{Min}\theta \quad (7)$$
$$s.t \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^t \geq 0$$
$$-y^{t+1} + \lambda Y^t \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^{t+1}(x^t,y^t) = \text{Min}\theta \quad (8)$$
$$s.t \quad \theta x^t - \lambda X^{t+1} \geq 0$$
$$-y^t + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

$$V_I^t(x^t,y^t) = \text{Min}\theta \quad (9)$$
$$s.t \quad \theta x^t - \lambda X^t \geq 0$$
$$-y^t + \lambda Y^t \geq 0$$
$$\lambda = 1$$
$$\lambda \geq 0$$

$$V_I^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1}) = \text{Min}\theta \quad (10)$$
$$s.t \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^{t+1} \geq 0$$
$$-y^{t+1} + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$
$$\lambda = 1$$
$$\lambda \geq 0$$

3. 수산물가공식품도매업의 생산성 비교분석 결과

분석자료의 개요

DEA기법의 핵심은 서로 다른 DMU들의 효율성을 비교할 수 있도록 그 분석의 사적인 전제로 생산함수의 동질성(homogeneity)을 요구한다. 따라서 본 연구의 목적인 수산물가공식품도매업[6)]의 생산성 비교분석을 위해 생산함수의 동질성을 유지하는 9개의 매출규모를 선정하였으며 분석기간은 2006년에서 2008년까지의 규모별·산업별 패널자료를 이용한다.

수산물가공식품도매업의 생산성 변화 측정은 매출액 규

Table 1. Descriptive statistic for input-output data

Year		Variable	Mean	Standard deviation	Maximum	Minimum
2006	Input	No. of employees	385.44	286.66	6.00	876.00
		Operating costs (million won)	107157.11	107126.47	40.00	321236.00
	Output	Earnings before interest & tax (million won)	28852.78	29418.24	53.00	88393.00
		Sales (million won)	5436.89	5456.53	-1477.00	14279.00
2007	Input	No. of employees	408.78	268.19	14.00	817.00
		Operating costs (million won)	105246.56	103700.52	72.00	256069.00
	Output	Earnings before interest & tax (million won)	24253.89	23246.04	68.00	65020.00
		Sales (million won)	5138.00	5039.28	15.00	14754.00
2008	Input	No. of employees	372.44	296.26	10.00	780.00
		Operating costs (million won)	91503.56	101564.31	68.00	257309.00
	Output	Earnings before interest & tax (million won)	25039.56	25939.35	96.00	61788.00
		Sales(million won)	6200.33	6894.05	57.00	20688.00

[5)]거리함수의 측정에 의한 MPI의 측정한 예는 부록1을 참고할 수 있음

[6)]분류코드: 46322(세세분류), 해산물 및 민물고기 등 수산물의 가공식품을 도매하는 산업활동, 색인어: 가공수산물도매(통조림 오뎅 맛살 등), 가공수산식품도매(조미제품), 게마살도매, 골뱅이캔도매, 구운김도매, 굴통조림도매, 김도매(조미제품), 맛살도매(조제가공품), 멸치액젓도매(조제가공품), 물고기통조림도매, 병조림도매(수산물), 새우젓도매(조미가공), 생선묵류도매, 수산물가공식품도매(조제품), 수산물액젓도매. 통계청, 한국표준산업분류, http://kostat.go.kr

모별로 9개의 DMU[7]로 구분하고 2개의 투입요소(종사자수와 사업경비)와 2개의 산출요소(영업이익과 매출액)에 대하여 3년(2006년~2008년)의 통계청 패널자료를 이용하여 MPI 분석을 수행한다. 수산물 가공식품도매업 분석의 경우 통계자료의 미비로 DEA 분석을 위해 요구되는 보수적인 DMU수[8]를 완화한 Fitzsimmons (1994)의 DMU 기준수-투입요소 수와 산출요소 수의 합보다 2배 이상 커야 변별력이 있다고 함-를 적용한다.

따라서 본 연구에서는 투입요소와 산출물과의 인과관계가 있고, 수산물 가공식품 도매업의 서비스의 특징을 잘 반영할 수 있는 개선가능성이 있는 변수로 종사자수, 사업경비, 영업이익, 매출액을 선정한다. Table 1은 이와 같은 분석대상자료의 기술통계학적 특성치인 평균, 표준편차, 최대값 및 최소값을 산출한 결과이다.

수산물가공식품도매업의 시계열별 총요소생산성 추정 및 동질성 분석

Table 2에 나타난 바와 같이 2006-2008년의 분석기간의 MPI는 총요소생산성의 변화의 추정치를 보여준다. 이 기간 동안 MPI는 그 기하평균이 0.9404로 추정되어 평균적으로 6% 정도의 생산성의 하락이 있었던 것으로 분석되었다. TECI는 1.0154로 추정되어 수산물 가공식품 도매업 운영에 있어 투입과 산출의 기술적인 결합을 통한 효율성이 1.5% 정도 향상이 있으며, TCI는 0.9262로 나타나 8% 정도 하락을 기록하여 총요소생산성의 하락의 원인이 기술수준의 퇴보에 의해서 발생했음을 알 수 있다. 또한, SECI가 0.9937로 준효율적으로 추정되어 거의 변화가 없었음을 알 수 있다.

그러나 분석기간을 세분하여 2006년에 대비한 2007년의 생산성과 2007년에 대비한 2008년의 생산성에는 서로 다른 양상을 보이고 있다는 사실을 알 수 있다. 2006-2007년의 MPI가 0.7471로 거의 26% 가까이 생산성이 하락되었던 반면, 2007-2008년의 MPI는 1.1838로 오히려 18%나 향상됐던 것으로 나타나 상반된 양상을 보여주고 있다. 이는 이 기간 수산물 가공 식품도매업의 생산성에 다이나믹한 변화가 있음을 보여주는 증거이다. 이러한 두 기간의 총요소생산성의 변화의 원인들을 다시 세분하여 보면 TECI는 각각 0.9404와 1.0964로 추정되어 처음에는 6% 하락했다가 9% 정도 상승되었고, TCI는 각각 0.7945와 1.0798로 추정되어 처음에는 21% 가까이 하락했다가 7%

Table 2. Time series mean productivity index

Time Series Mean Productivity Index					
Period	**TECI**	**TCI**	**PECI**	**SECI**	**MPI**
2006~2007	0.9404	0.7945	0.9219	1.0201	0.7471
2007~2008	1.0964	1.0798	1.1326	0.968	1.1838
Geometric Mean	1.0154	0.9262	1.0218	0.9937	0.9404

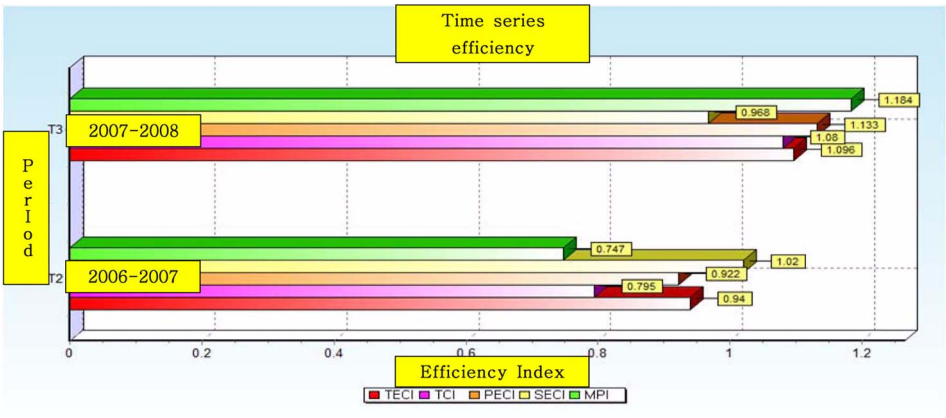

Fig. 1. Time series mean productivity index

[7]여기서 활용된 수산물가공식품도매업의 매출규모는 20백만 원 미만, 20백만 원~50백만 원 미만, 50백만 원~100백만 원 미만, 100백만 원~500백만 원 미만, 500백만 원~1,000백만 원 미만, 1,000백만 원~5,000백만 원 미만, 5,000백만 원~10,000백만 원 미만, 10,000백만 원~20,000백만 원 미만, 20,000백만 원 이상 등 9개의 DMU로 구분함

[8]Banker et al. (1984)에 의하면 DMU 기준갯수는 투입요소 수와 산출요소 수의 합보다 3배 이상 커야 변별력이 있는 보수적인 기준수라고 함

Table 3. Estimates of Wilcoxon's code rank-sum test

	TECI difference	TCI difference	PECI difference	SECI difference	MPI difference
Z	−0.314[a]	−1.836[a]	−1.604[a]	−0.943[b]	−1.481[a]
Significance probability	0.753	0.066	0.109	0.345	0.139

Note: 'a' indicates a criteria of nagative rank and 'b' a criteria of positive rank

정도 상승되었고, PECI는 각각 0.9219와 1.1326로 추정되어 처음에는 8% 하락했다가 13% 상승되었고, SECI는 각각 1.0201과 0.968로 추정되어 처음에는 2% 상승했다가 4% 정도 하락했음을 알 수 있다(Fig. 1). 이는 총요소생산성의 다이나믹한 변화의 원인이 수산물 가공식품 도매업의 운영에 있어 기술퇴보와 진보를 거듭하였던 기술수준의 변화, 효율의 상대적 변화, 규모의 비효율성에 기인한 것이었음을 두 기간에 해당하는 세분화 분석결과에서도 역시 알 수 있다.

Table 3은 2006-2007년과 2007-2008년의 총요소생산성의 변화 및 그의 구성요소들의 변화의 추정치들의 동질성을 검정하기 위하여 비모수 통계기법의 짝을 이룬 표본에 적용할 수 있는 Wilcoxon의 부호순위 검정결과를 정리한 것이다. 기준통계량은 2007-2008년의 생산성 변화지수에서 2006-2007년의 생산성 변화지수를 뺀 값이다. 검정결과를 보면 5%에서 모두 유의적이지 않으며, 통계학적으로 의미 있는 변화가 없었음은 물론, 이 항목들에 해당하는 효율성의 생성과정에는 동질성이 존재함을 알 수 있다.

규모별 총요소생산성 추정결과

2006-2007년의 생산성 추정결과

Table 4는 2006년에 대비한 2007년의 규모별 총요소생산성의 변화를 추정할 결과이다. 이 기간에는 앞에서 지적한 것처럼 26% 가까운 평균적인 생산성의 하락을 경험한 시기임에도 불구하고 역시 규모별로는 생산성의 변화에 차이가 많이 있었음을 알 수 있다. 분석대상의 9개 DMU 가운데 1000-5000백만 원 규모만이 MPI가 1이상으로 1.4014로 추정되어 최대값을 기록하며 40%에 가까운 총요소생산성의 향상을 보여주었다. 1000-5000백만 원 규모의 경우 TCI가 1.1556으로 최대, TECI가 1.2127로 최대, SECI 역시 1.2127로 최대, PECI는 1로 모두 효율적이나 특히 기술진보와 기술효율성에 의한 규모의 효율성에 의해 생산성의 향상을 가져올 수 있었다.

30,000백만 원 이상의 규모의 경우는 MPI가 0.5409로 최솟값을 기록하여 46% 가까운 생산성의 하락을 보여주었다. TCI가 0.5409로 최솟값으로 추정되어 기술수준의 퇴보에 의해 생산성의 하락을 가져올 수 있었다. TECI, PECI, SECI 모두 1로 나타나 효율성을 유지한 것으로 분석되었다. 그러나 1,000-5,000백만 원의 규모의 경우는 이 기간 전반적인 기술진보의 하락함에 비해 TCI가 1.1556로 최대로 추정 되었고, 총요소생산성 향상은 기술진보에 의한 것이었다고 할 수 있다. 따라서 신제품 및 생산공정 혁신, 새로운 경영기법, 외부충격 등 혁신 잠재력을 정밀하게 분석하여 보는 것이 여타의 규모에 도움이 될 것으로 보인다. 30,000백만 원 이상 규모의 경우와 같이 20백만 원 미만, 50-100백만 원, 100-500백만 원 규모의 경우도 총요소생산성의 변화가 기술적 효율성은 그대로 유지한 채 전적으로 기술수준의 변화에 따라 나타난 결과이다. 이

Table 4. MPI estimates (2006-2007)

DMU(million won)	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
under 20	1	0.5577	1	1	0.5577
20~50	1.0305	0.8009	1	1.0305	0.8253
50~100	1	0.8989	1	1	0.8989
100~500	1	0.9895	1	1	0.9895
500~1000	0.6207*	1.0233	0.6371*	0.9742*	0.6352
1000~5000	1.2127**	1.1556**	1	1.2127**	1.4014**
5000~10,000	0.6718	0.8375	0.6797	0.9884	0.5626
10,000~20,000	1.1038	0.5924	1.1109**	0.9936	0.6539
above 30,000	1	0.5409*	1	1	0.5409*
Geometric Mean	0.9404	0.7945	0.9219	1.0201	0.7471
Standard deviation	0.191732	0.220242	0.162094	0.072968	0.282114
Max	1.2127	1.1556	1.1109	1.2127	1.4014
Min	0.6207	0.5409	0.6371	0.9742	0.5409

Note: ** represents maximum value and * minimum value

들 모두 기술수준의 퇴보가 총요소생산성의 하락을 가져온 경우이다. 수산물 가공식품 도매업의 효율경계선을 상향으로 이동시키는 기술진보에 대한 해법은 이들 규모들의 운영실태를 정밀 분석하는 것에서 찾아야 할 것이다.

500-1000백만 원 규모의 경우에는 TECI가 0.6207, PECI가 0.6371, SECI가 0.9742로 개 DMU중 최솟값으로 추정되어, 전반적인 비효율적 양상이 생산성 하락을 초래하였다. 10,000-20,000백만 원 규모의 경우에는 PECI가 1.1109로 최댓값으로 추정되었고, 기술진보의 하락이 생산성 하락을 초래하였다. 그 밖에 5,000-10,000백만 원 규모는 전반적으로 비효율적 양상을 보여주었다.

2007-2008년의 생산성 추정결과

Table 5은 2007년에 대비한 2008년의 규모별 총요소생산성의 변화를 추정할 결과이다. 이 기간에는 앞에서 지적한 것처럼 18% 가까운 평균적인 생산성의 상승을 경험한 시기임에도 불구하고 역시 규모별로는 생산성의 변화에 차이가 많이 있었음을 알 수 있다. 분석대상의 9개 DMU 가운데 500-1,000백만 원 규모를 비롯한 20백만 원 미만, 1,000-5,000백만 원, 5000-10,000백만 원, 10,000-20,000백만 원, 30,000백만 원 규모는 MPI가 1 이상으로 추정되어 총요소생산성의 향상이 있었음을 알 수 있다. 특히, 500-1,000백만 원 규모의 경우는 MPI가 2.0545로 최댓값을 기록하여 105%에 가까운 생산성의 향상을 보여주었다. 그리고 TECI와 PECI, SECI가 각각 1.8847와 1.8298, 1.03로 최댓값으로 추정되어 생산성 향상에 영향을 주었고, TCI도 1.0901로 모두 효율적임을 보여주었다.

20-50백만 원 규모의 경우는 MPI가 0.7916로 최솟값을 기록하여 21% 가까운 생산성의 하락을 보여주었다. TECI와 SECI가 각각 0.8179로 최솟값으로 추정되어 생산성의 하락에 지대한 영향을 주었다. 이 시기의 TCI도 역시 1보다 작은 0.9678로 준 효율적으로 추정되어 기술수준의 퇴보도 영향을 받은 것으로 나타났다. 이 기간 전반적인 기술효율성과 기술진보의 향상에도 불구하고 50-100백만 원 규모의 경우는 TCI가 0.8712로 최솟값으로 추정되었고, 20-50백만 원, 100-500백만 원 규모의 경우는 TECI, TCI가 모두 1보다 작은 값으로 추정되어 비효율적이었다. 따라서 이 기간 두 규모의 혁신 잠재력과 추격잠재력을 동시에 정밀하게 분석하여 보는 것이 여타의 규모에 도움이 될 것으로 보인다.

앞의 3개의 규모와는 달리 20백만 원 미만, 50-100백만 원, 1,000-5000백만 원, 30,000백만 원 이상 규모의 경우는 총요소생산성의 변화가 기술적 효율성은 그대로 유지한 채 전적으로 기술수준의 향상이 총요소생산성의 하락을 가져온 경우이다.

수산물 가공식품 도매업의 효율경계선을 상향으로 이동시키는 기술진보에 대한 해법은 역시 이들 규모들의 운영실태를 정밀 분석하는 것에서 찾아야 할 것이다.

2006-2008년 평균생산성 추정결과

Table 6과 Fig. 2는 앞서 추정된 두 분석 기간에서의 생산성추정의 기하평균을 DMU별로 요약한 것이다. 2006년에서 2008년 사이에 가장 높은 생산성의 향상을 보여준 DMU는 1,000-5000백만 원 규모로 연평균 14%의 생산성의 향상을 가져온 것으로 나타났다. TECI, PECI, SECI는 연평균 1 이상으로 추정되었음을 확인할 수 있고, TCI와 SECI가 각각 1.1453, 1.1012로 최댓값으로 추정되었다. 1,000-5,000백만 원 규모의 경우 2006-2007년에 TCI, TECI는 각각 1.1556, 1.2127로 최댓값을 그리고 2007-2008년에도 TCI, TECI는 각각 1, 1.1351로 추정되어 분

Table 5. MPI Estimates (2007-2008)

DMU (million won)	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
under 20	1	1.7519**	1*	1	1.7519
20-50	0.8179*	0.9678	1*	0.8179*	0.7916*
50~100	1	0.8712*	1*	1	0.8712
100~500	0.8688	0.9164	1*	0.8688	0.7962
500~1000	1.8847**	1.0901	1.8298**	1.03**	2.0545**
1000~5000	1	1.1351	1*	1	1.1351
5000~10,000	1.4885	1.1134	1.4712	1.0118	1.6573
10,000~20,000	1.148	1.0458	1.1394	1.0075	1.2006
above 30,000	1	1.0229	1*	1	1.0229
Geometric Mean	1.0964	1.0798	1.1326	0.968	1.1838
Standard deviation	0.341228	0.259537	0.295699	0.07393	0.459848
Max	1.8847	1.7519	1.8298	1.03	2.0545
Min	0.8179	0.8712	1	0.8179	0.7916

Note: ** represents maximum value and * minimum value

Table 6. Estimates of mean productivity index (2006-2008)

DMU (million won)	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
under 20	1	0.9885	1*	1	0.9885
20~50	0.9181*	0.8804	1*	0.9181*	0.8083
50~100	1	0.8849	1*	1	0.8849
100~500	0.9321	0.9522	1*	0.9321	0.8876
500~1000	1.0816	1.0562	1.0797	1.0017	1.1424
100~5000	1.1012	1.1453**	1*	1.1012**	1.2612**
5000~10,000	1	0.9656	1*	1	0.9656
10,000~20,000	1.1257**	0.7871	1.1251*	1.0005	0.886
above 30,000	1	0.7438*	1*	1	0.7438*
Geometric Mean	1.0154	0.9262	1.0219	0.9937	0.9404
Standard deviation	0.071781	0.125956	0.046559	0.051628	0.162164
Max	1.1257	1.1453	1.1251	1.1012	1.2612
Min	0.9181	0.7438	1	0.9181	0.7438

Note: ** represents maximum value and * minimum value

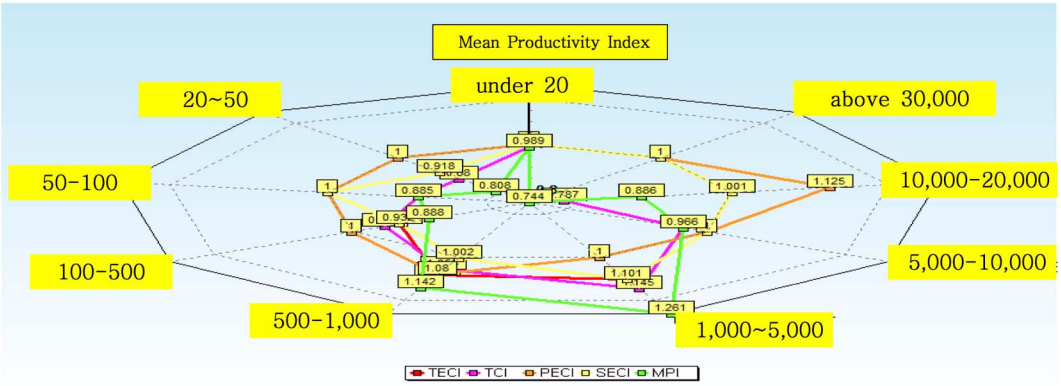

Fig. 2. Estimates of mean productivity index

석대상 DMU 가운데 안정적인 연평균 생산성을 보여준 것을 알 수 있다.

3000백만 원 이상의 경우는 이와는 반대로 MPI가 0.7438로 최솟값을 보임에 따라 연평균 26%에 가까운 생산성의 하락을 경험한 DMU로 나타났다. 30,000백만 원 규모의 경우는 TCI가 0.7438로 최솟값을 기록하였는데 이는 매년 연평균 26%에 해당하는 기술수준의 퇴보를 경험하였고, 기술적인 효율성에는 아무런 변화가 없었다는 사실도 알 수 있다. 규모의 효율성의 변화를 보여주는 SECI의 경우는 20-50 백만 원 규모의 경우가 0.9181로 최솟값을 보여주었다.

4. 결론 및 정책적 함의

이 논문은 맘퀴스트 생산성지수를 이용하여 2006-2007년 및 2007-2008년의 총요소생산성의 변화와 이의 구성성분을 이루는 다양한 효율성 변화의 지표들을 9개의 매출액 규모별 DMU를 가지고 수산물 가공식품 도매업을 대상으로 추정하였다. 투입요소로는 종사자수, 사업경비 (영업외 경비 제외) 2개의 변수를 선정하였고 산출요소로서는 영업이익과 매출액 2개의 변수를 이용하였다. 수산물 가공식품 도매업의 경우 법인도매가 선도적인 역할을 수행하고 있고, 수산물 유통의 특성상 산출요소보다 투입요소를 제어하는 것이 효율성 제고에 도움이 되는 바 투입지향의 MPI를 이용하였다. 그 결과를 전체적으로 정리하면 다음과 같다.

2006-2007년에는 총요소생산성이 반대로 26% 정도 감소했으나, 2007-2008년에는 18% 정도 향상됐다. 기하평균은 0.9404는 연평균 6% 정도의 총요소생산성의 감소를 경험한 것으로 나타났다. 2006-2007년에는 전반적인 기술진보의 하락함에 비해 1,000-5,000백만 원의 규모의 경우는 TCI가 1.1556로 최대로 추정 되었고, 총요소생산성 향상은 기술진보에 의한 것이었다고 할 수 있다. 따라서 신제품 및 생산공정혁신, 새로운 경영기법, 외부충격 등 혁

신 잠재력을 정밀하게 분석하여 보는 것이 여타의 규모에 도움이 될 것으로 보인다.

2007-2008년에는 전반적인 기술효율성과 기술진보의 향상에도 불구하고 50-100백만 원 규모의 경우는 TCI가 0.8712로 최솟값으로 추정되었고, 20-50백만 원, 100-500백만 원 규모의 경우는 TECI, TCI가 모두 1보다 작은 값으로 추정되어 비효율적이었다. 따라서 이 기간 두 규모의 혁신 잠재력과 추격잠재력을 동시에 정밀하게 분석하여 보는 것이 여타의 규모에 도움이 될 것으로 보인다. 이는 총요소생산성의 동적인 변화의 원인이 수산물 가공식품 도매업의 운영에 있어 기술퇴보와 진보를 거듭하였던 기술수준의 변화와 기술적인 결합의 비효율과 규모의 비효율성에 기인한 것이었음을 두 기간에 해당하는 세분화 분석결과에서도 역시 알 수 있다. 한편, 총요소생산성의 변화 및 그의 구성요소들의 변화의 추정치들의 짝을 이룬 표본에 적용할 수 있는 동질성 검정결과를 보면 5%에서 모두 유의적이지 않으며 통계량이 음의 값으로 나타났으나 이 기간 생산성에 유의미한 하락이 없었으며, 이 항목들에 해당하는 효율성의 생성과정에는 동질성이 존재함을 알 수 있다.

만약, 수산물 가공식품 도매업이 전·후방으로 영향을 끼쳐 기술진보의 둔화로 생산성이 악화되고 있는 경우라면 생산변경을 상향 이동시킬 수 있는 기술혁신을 유도하는 정책이 필요할 것이고, 기술적 비효율성이 높아 잠재적인 생산기술을 충분히 활용하지 못하고 있는 경우라면 신기술의 도입과 더불어 기술을 파급시키고 활용을 개선시킬 수 있는 정책을 통하여 생산성 향상을 제고시킬 수 있다.

본 연구의 한계점으로는 분석대상기간이 2006년에서 2008년으로 상대적으로 제한되며 단기라는 점이다. 이는 통계청 시도·산업별 패널자료가 2001년, 2005년 누락 2003년, 2004년, 2006년 회계기준 변경 또는 누락과 관련된 세부자료는 내부자료에 대한 접근이 제한되었기 때문이다. 앞으로 통계자료의 축적으로 장기간 시계열을 이용하여 분석기간을 확대하여 이에 맘퀴스트 생산성 분석뿐만 아니라 DEA/Window 분석도 병행 한다면 보다 다양한 결과와 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

사 사

저자들은 익명의 두 심사자들의 유익한 코멘트에 대하여 감사드립니다.

참고문헌

오승은 (2001) 지방공역개발사업의 효율성 분석에 관한 연구. 한국지방자치학회보 **13**(1):125-139

유금록 (2002) 외환위기 이후 지방상수도사업의 생산성 변화 분석. 한국행정학보 **36**(4):281-301

김영희, 안동환, 조우현, 박상우, 정우진 (2005) Malmquist 생산성 지수를 이용한 종합전문요양기관의 생산성 변화 분석. 병원경영학회지 **10**(4):51-74

김동규 (2004) OECD 24개국들의 생산성변화 및 요인분석. 석사학위논문, 건국대학교, 49 p

원구환 (2006) 지방공기업 생산성 분석. 지방정부연구 **10**(4): 41-61

김도훈 (2006) 우리나라 근해어업의 어획능력 측정에 관한 연구. 수산경영론집 **37**(1):1-24

이선영 (2007) 국내 수산물 소비지시장의 지역별 가격결정구조에 관한 연구. 박사학위논문, 부경대학교, 143 p

박만희 (2008) 효율성과 생산성분석. 한국학술정보(주), 경기도, 225 p

장철호 (2008) DEA/Window와 Malmquist 생산성지수를 이용한 효율성 분석: 농수산물공영 도매시장을 중심으로. 농업경영·정책연구 **35**(4):778-808

이경화 (2008) DEA 모형을 이용한 수산물 산지시장 효율성 분석. 석사학위논문, 부경대학교, 61 p

노승국 (2009) 자율관리어업의 효율성 분석. 석사학위논문, 부경대학교, 55 p

이기영 (2009) DEA를 이용한 HACCP 도입의 효율성 분석. 석사학위논문, 부경대학교, 69 p

서주남 (2009) 해조류 양식업 규모의 효율성 추정에 관한 연구-부산 기장지역 미역양식을 중심으로. 석사학위논문, 부경대학교, 71 p

Banker RD, Charness A, Cooper WW (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Manag Sci **30**:1078-1092

Caves DW, Christensen LR, Diewert WE (1982) The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. Econometrica **50**:1393-1414

Fare R, Grosskopf S, Norris M, Zhang D (1994) Productivity growth, technical progress and efficiency changes in industrialised countries. Am Economic Rev **84**:66-83

Fitzsimmons JA, Fitzsimmons MJ (1994) Service Management for Competitive Advantage. McGraw-Hill, New York, 480 p

Parkan C, Wu ML (1999) Measuring the performance of operations of Hong Kong manufacturing industries. Eur J Operat Res **118**(2):235-258

Pascoe S, Herrero I (2004) Estimation of a composite fish stock index using data envelopment analysis, Fisher Res **69**:91-105

Received Aug. 10, 2010
Revised Oct. 6, 2010
Accepted Nov. 11, 2010

부록 1. 거리함수추정에 의한 맘퀴스트 생산성지수 측정예

식 (5)에서 식 (10)의 DEA 모형으로부터 거리함수를 추정한 후 식 (4)의 정의에 따라 관련 거리함수를 대입하면 PECI, SECI, TCI와 MPI를 구할 수 있다.

한편, 가상의 데이터를 이용하여 예를 들어 설명해 보면 다음과 같다. 만일, 2006년과 2007년 연도별 데이터가 아래 Table 8과 같이 주어져 있다면, 이 데이터에 대하여 투입-산출 조합을 이용하여 CRS 가정과 VRS 가정하의 효율변경과 개별 DMU를 나타낸 것은 Fig. 3과 같고, 그래프를 이용한 6개의 투입거리함수를 계산하면 아래 Table 9와 같고, 그 분석결과는 Table 10으로 나타난다.

여기서, DMU이름은 간략하게 숫자로 표기하였으며 2006년과 2007년의 구분을 위하여 2007년 데이터에 대해서는 '을 붙여 구분하였다.

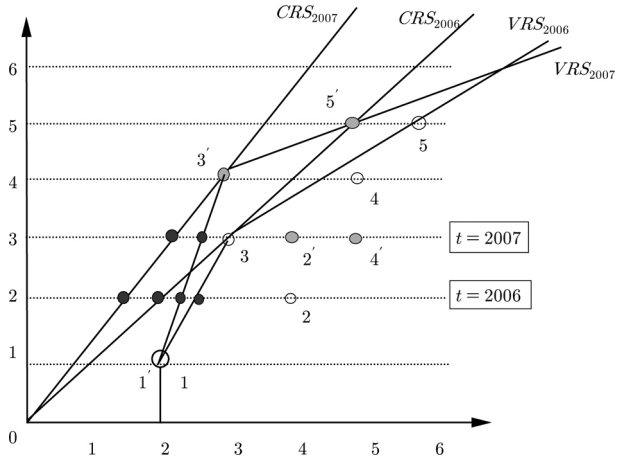

Fig. 3. MPI using input-output data (2006-2007)

Table 9. Input-distance function using graph

CRS Input-Distance	VRS Input-Distance
$D_I^1(x^1,y^1) = \frac{2}{4} = 0.5$	
$D_I^1(x^2,y^2) = \frac{3}{4} = 0.75$	$V_I^1(x^1,y^1) = \frac{2.5}{4} = 0.625$
$D_I^2(x^1,y^1) = \frac{1.5}{4} = 0.375$	$V_I^2(x^2,y^2) = \frac{8/3}{4} = 0.667$
$D_I^2(x^2,y^2) = \frac{9/4}{4} = 0.5625$	

Table 10. An illustration of efficiency measure using DMU2

$$TECI = \frac{D_I^2(x^2,y^2)}{D_I^1(x^1,y^1)} = \frac{0.5625}{0.5} = 1.125$$

$$TCI = \left[\frac{D_I^1(x^2,y^2)}{D_I^2(x^2,y^2)} \times \frac{D_I^1(x^1,y^1)}{D_I^2(x^1,y^1)}\right]^{1/2} = \left[\frac{0.75}{0.5625} \times \frac{0.5}{0.375}\right]^{1/2} = 1.3333$$

$$PECI = \frac{V_I^2(x^2,y^2)}{V_I^1(x^1,y^1)} = \frac{0.667}{0.625} = 1.0672$$

$$SECI = \frac{D_I^2(x^2,y^2)/V_I^2(x^2,y^2)}{D_I^2(x^1,y^1)/V_I^1(x^1,y^1)} = \frac{0.5625/0.667}{0.5/0.625} = 1.0542$$

$$TECI = PECI \times SECI = 1.0672 \times 1.0542 = 1.125$$

$$MPI = TECI \times TCI = 1.125 \times 1.3333 = 1.4999 = 1.5$$

Table 8. Input-output data

Year	Type	I/O	DMUs				
			DMU1	DMU2	DMU3	DMU4	DMU5
2005	Input	X	2	4	3	5	6
	Output	Y	1	2	3	4	5
2006	Input	X	2	4	3	5	5
	Output	Y	1	3	4	3	5
2007	Input	X	2	4	3	5	5
	Output	Y	1	3	4	3	5