

연근해어업 업종별 생산성 추정에 관한 연구[†]

박 철 형*
부경대학교 경제학부

The estimation of the productivity in adjacent water fisheries

Cheol-Hyung Park*

Division of Economics, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

Abstract

This study is to estimate the recent changes in total factor productivity of 15 Korean adjacent water fisheries based on Malmquist productivity indices. The study adopted both input and output oriented productivity measures utilizing a hyperbola distance function. In addition to this point, the study also calculated the 95% confidence interval for the various components of the productivities in order to access the statistical significance of estimates using 2000 times of re-sampling process through the smoothed bootstrapping.

The results of the study showed us that there was 18% reduction in the overall total factor productivity during the study period from 2007 to 2011, which turned out to be 5% of annual decrease in productivity. The study found that the main reason of this decrease in total productivity is about 22% downward shift of a fisheries production function due to recent conditions of a devastated fishing ground. When we evaluated the statistical significance of changes in technical efficiency combining both pure technical and scale efficiency based on the 95% confidence intervals, we could not find any evidence of changes in those components of total factor productivity.

When we accessed the productivity of the each of 15 adjacent water fisheries methods, only the large danish seine fisheries showed us about 7% increase in productivity. Even though the large trawling and the large tow-boat trawling revealed no changes in productivity, all of the other 12 fisheries suffered the decreases in productivities.

Keywords : Malmquist, Bootstrapping, Technical efficiency, Technical change, Scale efficiency

접수 : 2013년 12월 3일 최종심사 : 2014년 5월 28일 게재확정 : 2014년 6월 5일

[†] 본 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2013년: 과제번호 C-D-2013-0147)에 의하여 연구되었음.

*Corresponding author : 051-629-5319, chpark@pknu.ac.kr

I. 서 론

최근 우리나라 연근해어업의 생산환경은 인근 국가들의 배타적 경제수역 선포와 매립이나 간척사업을 통하여 어장이 크게 축소되었고, 육지로부터의 과도한 오염물질의 유입으로 어자원의 서식환경이 황폐화되어 악화되고 있는 상황이다. 특히 지구온난화를 비롯한 기후의 급격한 변화가 수온을 상승시켜 생산어종에도 커다란 변화가 발생하고 있다.

반면에 수산물에 대한 수요는 국민소득수준 증대와 함께 양질의 단백질원에 대한 수요의 증가로 해마다 꾸준히 증가하고 있는 실정이다. 실제로 2010년도의 FAO의 보고서에 의하면 2008년도에 우리나라 국민의 수산물에 대한 1인당 소비량이 역사상 최고치를 기록하였으며, 이러한 추세는 향후 10년간 지속될 것이라도 보고하고 있다.

더욱이 1995년에 FAO는 『책임있는 수산업 규범』을 채택하면서 각국에 대하여 과도한 어획능력의 축소를 촉구하고, 1999년에는 제23차 수산위원회를 통하여 『어획능력 관리를 위한 국제행동계획』을 채택함으로써 어획능력감소에 대한 실질적인 방안을 마련하고 회원국들이 이행하도록 하였다. 이에 따라 국내에서도 어선감척사업과 TAC 등의 정책적 수단을 통하여 어획능력은 축소하면서 동시에 생산효율성은 제고시킬 수 있는 다양한 노력을 기울이고 있다.

연근해어업의 생산환경을 둘러싸고 대두되고 있는 이런 다양한 환경변화와 문제점들을 극복하고 지속가능한 수산업으로, 또한 미래 먹거리산업의 주축으로 발전시키기 위해서는 연근해어업의 효율적 생산이 선행되어야 할 것이다. 이를 위해서는 우리나라 연근해어업 전반에 대한 경제학적인 생산효율성의 평가가 과학적이며 체계적으로 이루어질 필요가 있다. 특히 연근해어업은 업종에 따라 다양한 어법으로 어업생산이 이루어지고 있다. 따라서 서로 다른 업종들 사이에 발생하는 생산효율성의 차이에 대한 평

가는 물론, 개별업종의 생산성에서도 생산성의 구성요소에 따라 어떻게 생산성에 차이가 나타나는지를 파악하는 것은 연근해어업의 생산성 제고를 위한 정책적 의사결정에 중요한 기초정보를 제공할 것이다.

그동안 우리나라의 연근해어업과 관련하여 다양한 연구들이 진행되어 왔지만 생산효율성을 추정하고 평가한 연구는 미미한 형편이다. Ha(2005)는 대형선망어업의 고등어 어종에 대하여 ME모형을 적용하여 2003년도에 고등어 어종이 남획의 상태에 있었으며, 어선감척사업의 효과는 미미한 수준이라고 평가하였다. Lee와 Shin(2006)은 DEA를 이용하여 기선권현망, 대형트롤, 그리고 대형선망 업종에 대하여 최대지속적 어획량을 도출하고 어획노력의 감축내용을 제시하였다. Lee et al.(2012)은 어획성능지수와 DEA를 이용하여 동해안 대게 자망어업 16척에 대하여 어획노력의 감축량을 제시하였다. Seo와 Kim(2012)의 경우, 22개 선단의 대형선망어업에 대하여 DEA와 DEA/Window기법을 이용하여 효율적인 10개 선단을 선별하고 벤치마킹 대상이 되는 3개 선단을 식별하였다. 그러나 이들 선행 연구들은 연근해어업의 일부 업종에 대하여 제한적으로 생산효율성을 분석하고 어획노력량의 감축의 정도를 제시하고 있다. 또한 이들이 주로 채택한 DEA는 일정시점에서 서로 다른 DMU들의 효율성을 비교·분석하는 것에 그 목적이 있었다. 우리나라 연근해어업의 생산성에 대한 연구는 앞에서 밝힌 것처럼 시간에 따라 급변하는 어업생산환경의 변화를 반영할 수 있는 분석기법을 적용할 수 있어야 바람직할 것이다. 특히 최근의 어업생산성의 변화의 발생 원인을 외부적인 어업환경의 변화와 이를 극복하기 위한 수산업내부의 생산성제고 노력과 분리하여 분석함으로써 우리 앞에 놓인 엄중한 수산환경의 변화의 영향력과 우리 어민들의 노력을 계량적으로 평가할 수 있어야 할 것이다.

본 연구에서는 우리나라 연근해어업의 다양한

업종들 가운데 15개 주요업종을 선정하여 개별업종에 대한 생산성을 맘퀴스트 생산성지수를 이용하여 포괄적으로 분석하였다. 특히 급변하는 어업생산환경의 변화를 반영하기 위하여 최근의 2007년부터 2011년까지의 5개년간의 자료를 이용하여 외부적 충격에 따른 생산함수의 변화를 추적하였다. 전통적인 맘퀴스트 생산성지수 모형은 투입지향 혹은 산출지향의 모형을 이용함으로써 투입의 감소 혹은 산출의 확대를 부분적으로 모형화 할 수밖에 없었다. 그러나 본 연구에서는 쌍곡선을 이용한 투입산출지향의 모형을 이용함으로써 투입물을 축소하는 동시에 산출물의 확대를 고려할 수 있는 생산성의 추정치를 도출하였다. 그리고 기존의 맘퀴스트 생산성지수 모형은 선형계획법의 해를 통한 확정적인(deterministic) 추정치들이라는 한계점을 지니고 있었다. 이는 생산성지수의 추정치에 대하여 표준오차에 대한 정보의 결여로 기본적으로 통계적 유의성을 확보할 수 없다는 한계점을 갖는다는 것이다. 즉 추정치들에 대한 신뢰성을 아예 논할 수 없는 단점을 지닌다. 본 연구에서는 이러한 한계점을 극복하기 위하여 표본자료의 재표집과정에 커널밀도추정법과 반사법을 적용한 평할부트스트랩 맘퀴스트 생산성지수 모형을 적용하였다.

본 연구는 이러한 연구목적 달성을 위하여 다음의 순서로 논의를 전개하였다. 다음 II장에서는 쌍곡선 투입산출지향의 맘퀴스트 생산성지수 모형의 이론적 배경과 생산성추정치에 대한 신뢰구간 확보를 위하여 부트스트랩과정의 절차를 요약하였다. III장의 실증분석에서는 15개 주요 연근해어업 업종의 종합적인 생산성과 개별 업종의 생산성을 생산성 구성성분에 따라 분석하였다. 이어서 연도별로 종합적인 생산성 변화의 추이를 도출하였으며, 어법의 유형에 따라 생산성에 통계적으로 유의적인 차이가 있는지 검정하였다. IV장의 결론부분에서는 분석결과를 정리하고 그 한계점을 검토한 이후에 차후의 연구과제에 관하여 언급하였다.

II. 투입산출지향 맘퀴스트 모형과 부트스트랩

1. 쌍곡선 투입산출지향 맘퀴스트 생산성 추정방법

전통적인 자료포락분석이나 맘퀴스트 생산성지수 분석모형은 투입 혹은 산출지향의 거리함수를 사용한다. 투입지향의 거리함수는 주어진 산출수준에 대하여 과다투입된 투입물을 이용하여 효율성을 측정한다. 반대로 산출지향의 거리함수는 주어진 투입물수준에 대하여 과소산출된 산출물을 이용하여 효율성을 측정한다. 그러나 효율성 혹은 생산성을 측정하는 최선의 방법은 투입을 줄이는 동시에 산출을 늘이는 방향에서 이루어지는 것이 보다 현실을 잘 반영하는 모형이 될 것이다.

이처럼 투입과 산출의 조절을 동시에 고려하는 모형으로 다음과 같은 쌍곡선 투입산출지향의 기술적 효율성 측정모형을 고려할 수 있다.

$$G = \min \left\{ G > 0 \mid \left(Gx, \frac{1}{G}y \right) \in T \right\} \quad (1)$$

여기서 x 는 투입물의 조합을, y 는 산출물의 조합을 나타내며, T 는 생산가능집합을, G 는 쌍곡선 투입산출지향의 효율성의 측정치를 나타낸다. 우리는 G 를 통하여 Farrell의 접근방법과 마찬가지로 투입을 줄이는 동시에 산출을 늘이는 방법

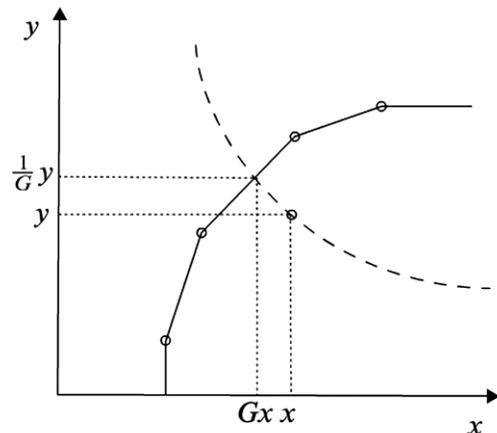


Fig. 1. Hyperbola input and output-oriented.

을 찾을 수 있다. 즉 모형에서 투입물의 측면에서 G 를 줄이는 것은 동시에 산출물에서 $1/G$ 를 늘리는 것과 같다.

Fig. 1에서 나타난 것과 같이 G 가 가능한 모든 양수값을 취하는 동안에 $(Gx, (1/G)y)$ 가 그리는 궤적이 쌍곡선이 된다. 이 궤적은 그림에서 점선으로 표시되며, 교차점과 원점을 비교함으로써 Fig. 1에서 나타난 것처럼 투입물의 축인 x 축이나 아니면 산출물의 축인 y 축 어디에서든지 G 를 측정할 수 있게 된다.

식 (1)을 전통적인 자료포락분석의 모형에 대입하면 α 번째 DMU에 대하여 우리는 다음의 식 (2)의 선형계획문제를 얻고, 이에 대한 해를 구함으로써 쌍곡선 투입산출지향의 맘퀴스트 생산성지수의 추정이 가능해진다.

$$\begin{aligned}
 & G, \lambda^1, \dots, \lambda^G \\
 \text{s.t. } & Gx^0 \geq \sum_{k=1}^G \lambda^k x^k, i=1, \dots, m \\
 & \frac{1}{G} y^0 \leq \sum_{k=1}^G \lambda^k y^k, j=1, \dots, n \\
 & \lambda \in \Lambda^k(\gamma)
 \end{aligned} \tag{2}$$

2. Bootstrap을 이용한 신뢰구간의 추정

전통적인 맘퀴스트 생산성지수 추정이 갖는 한계점 중의 하나는 생산성 점수의 추정이 거리함수를 이용한 선형계획법의 해를 통하여 결정적(deterministic)으로 이루어지므로 추정치에 대한 통계적 유의성을 평가할 수 없다는 것이다. 본 연구의 주된 목적은 우리나라 연근해어업의 주요업종별 생산성을 추정하고 과연 이들 추정치가 생산효율성에 유의적인 차이를 보이는지를 분석하고자 하는 것이다. 따라서 이러한 연구 목적은 전통적인 자료포락분석으로 해결할 수 없으며, Bootstrap을 통하여 자료를 재표집하는 절차를 충분히 반복함으로써 가능해진다.

맘퀴스트 생산성지수의 추정은 자료포락분석의 거리함수의 조합을 통하여 얻는다. 전통적인

자료포락분석은 효율성의 점수가 1에 근접하는 값들을 주로 산출하기 때문에 원표본자료를 직접 재표집하는 경우 추정치에 편이가 발생할 수 밖에 없다. 이를 극복할 수 있는 가장 일반적인 방법은 커널평활법(kernel smoothing method)을 이용하여 효율성점수가 갖는 원래의 밀도를 추정하는 것이다. 그러나 Bootstrap의 재표집과정에서 효율성점수가 1 이상의 경계를 벗어나게 되면 여전히 확률이 존재하지 않는다. Silverman(1986)은 반사법이라는 수정절차를 통하여 이러한 문제를 해결하였다. 이처럼 커널평활법과 반사법을 재표집과정에 모두 응용한 Bootstrap 추정방법을 평활부트스트랩(smoothed bootstrap)이라 부르며, 자료포락분석의 효율성 점수가 갖는 표집분포의 특성을 그대로 반영할 수 있다.

자료포락분석에 이용되는 평활부트스트랩의 적용과정은 다음과 같이 5단계¹⁾로 요약할 수 있다.

1단계 : 전통적인 선형계획모형의 해를 구하여 각 양식 단위에 대한 효율성점수 $\hat{\theta}_k(k=1, \dots, L)$ 를 구한다.

2단계 : $\{\hat{\theta}_k; k=1, \dots, L\}$ 로부터 크기 L 의 무작위표본을 생성하여 $\{\theta_{1b}^*, \dots, \theta_{Lb}^*\}$ 를 제공하기 위해 커널밀도추정과 반사법을 동시에 사용한다.

3단계 : 참조부트스트랩 기술(reference bootstrap technology)을 생성하기 위해 의사자료 집합(pseudo data set) $\{(x_{kb}^*, y_k), k=1, \dots, L\}$ 을 계산한다.

4단계 : 위의 의사자료에 대해 전통적인 선형계획모형의 부트스트랩 대응모형의 해를 구함으로써 각 양식단위에 대해 $\hat{\theta}_k$ 의 부트스트랩 효율성 추정치 $\hat{\theta}_{kb}^*$ 를 계산한다.

5단계 : 부트스트랩 효율성 추정치 $\{\hat{\theta}_{kb}^*; b=1, \dots, B\}$ 를 얻기 위하여 매우 큰 수인 B 번을 반복한다. Simar & Wilson(2000)은 적절한 신뢰구간의 범위를 확보하기 위해 B 를 1000회, 또는 2000회를 반복할 것을 제안하였다. 본 연구에서도 신

1) 유금록(2008), 300 - 302.

뢰구간의 정밀도를 향상시키기 위하여 2000회의 반복추정을 이용하였다.

위의 5단계 과정을 거쳐 추정된 평활부트스트랩추정량은 다음의 식으로 구해진다.

$$\bar{\theta}_k^* = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{kb}^* \quad (3)$$

Simar & Wilson(1999)은 $b=1, \dots, B$ 에 대하여 $(\hat{\theta}_{kb}^* - \hat{\theta}_k)$ 값들을 증가하는 순서로 배열하고 배열된 값들의 양끝에서 각기 $(\alpha/2 \times 100)\%$ 의 값들을 제거할 것을 제안하였다. 그러면 남아 있는 배열의 양 끝에 해당하는 값들은 $-\hat{b}_\alpha^*$ 와 $\hat{\alpha}_\alpha^*$ 가 된다. 결과적으로 효율성점수의 추정치에 대한 100%의 신뢰구간을 다음과 같이 설정할 수 있다.

$$\hat{\theta}_k + \hat{\alpha}_\alpha^* \leq \theta_k \leq \hat{\theta}_k + \hat{b}_\alpha^* \quad (4)$$

동시에 효율성의 추정치 $\hat{\theta}_k$ 의 편의는 부트스트랩표본을 이용하여 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\widehat{bias}_k(\hat{\theta}_k) = \bar{\theta}_k^* - \hat{\theta}_k \quad (5)$$

또한 효율성점수의 추정치 $\hat{\theta}_k$ 에 대한 편의조

정추정량(bias-corrected estimator) $\tilde{\theta}_k$ 는 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\tilde{\theta}_k = \hat{\theta}_k - \widehat{bias}_k(\hat{\theta}_k) = \hat{\theta}_k - \bar{\theta}_k^* + \hat{\theta}_k = 2\hat{\theta}_k - \bar{\theta}_k^* \quad (6)$$

마지막으로 $\tilde{\theta}_k$ 의 표준편차를 다음의 식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$\hat{s}_k = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_{kb}^* - \bar{\theta}_k^*)^2} \quad (7)$$

III. 실증분석 결과

1. 분석자료의 개요

본 연구의 분석대상은 우리나라 연근해어업의 정치망어업을 비롯한 15개 주요 업종별 어업으로 선정하였다. 분석기간은 2007년부터 2011년까지의 최근의 5개년자료를 이용하였다. 맘퀴스트 생산성지수를 추정하기 위하여 3개의 투입변수와 2개의 산출변수를 수협중앙회 어업경영보고서²⁾로부터 추출하였다. 투입변수는 어구비,

Table 1. Summary Statistics of Data

(Unit : 1,000won, 1,000ton)

Year	Statistic	Input variables			Output variables	
		Gear	Fuel	Labor	Value-added	Catches
2007	Mean	76,355	451,353	537,954	711,770	900,636
	S.D.	85,806	744,818	784,726	1,153,093	1,853,922
2008	Mean	77,886	536,128	558,136	911,391	1,030,703
	S.D.	97,867	927,929	789,700	1,479,117	2,221,055
2009	Mean	87,275	404,374	565,841	1,070,412	1,141,462
	S.D.	155,651	657,075	841,810	1,849,264	2,626,451
2010	Mean	96,356	455,683	621,158	1,066,578	1,028,011
	S.D.	168,357	714,853	833,390	1,580,127	2,204,276
2011	Mean	130,008	615,032	720,839	1,524,993	1,151,930
	S.D.	185,091	1,042,005	914,766	2,342,623	2,473,506
2007-2011	Mean	93,576	492,514	600,786	1,057,029	1,050,548
	S.D.	142,553	808,975	822,610	1,722,219	2,253,260

Note : 1. S.D. represents standard deviation.

2) 수협중앙회의 어업경영보고서는 표본조사방법을 이용한다. 2011년의 경우에 참여한 조합의 수는 39개였으며 조사원은 50명이 투입되었다.

연료비, 임금을 이용하였으며 산출변수는 부가가치와 생산량을 이용하였다. 투입변수의 세부 항목을 살펴보면, 어구비에는 어구와 어구소모 품구입비, 조립 및 수리관리비, 그리고 수선인부의 임금이 포함된다. 연료비는 선박용 유류와 취사 및 난방용의 유류나 가스구입비가 포함되어 있다. 임금에는 고정급, 깃가림액³⁾, 상여금, 퇴직금, 특별 수당 등의 선원에게 지급된 임금은 물론 육상노무자의 임금도 포함된다. 산출변수인 부가가치변수는 조세공과, 감가상각비, 지급이자, 그리고 순이익 등이 포함되어 있다. 금액으로 표시된 모든 변수는 한국은행의 수산물 생산자물가지수를 이용하여 2010년을 기준으로 불변가격으로 수정하여 사용하였다. Table 1은 분석에 사용된 자료의 변수들에 대한 기초통계량을 연도별과 분석기간 전체에 대하여 요약한 것이다.

2. 연근해어업의 생산성 추정결과

Table 2는 2007년에서 2011년 사이의 5개년 동안에 분석대상인 우리나라 15개 주요 연근해어업의 종합적인 맘퀴스트 생산성 추정결과와 그에 대한 95% 신뢰구간을 보여준다. 먼저 총요소생산성은 쌍곡선의 투입산출지향의 거리함수를 이용하여 추정한 결과, 그 추정치가 0.816으로 나타나 2011년도는 2007년에 비하여 약 18%의 감소가 있었던 것으로 분석되었다. 총요소생산

성의 추정치에 대한 신뢰구간의 하한은 0.779, 상한은 0.854로 각기 추정되었다. 총요소생산성 하락의 주된 구성요인을 추정한 결과, 효율성의 변화가 1.043, 기술변화가 0.783로 추정되었다. 이는 주어진 생산요소의 기술적 결합, 즉 어업생산기술의 추격 잠재력을 보여주는 효율성의 변화에는 거의 변동이 없었던⁴⁾ 반면에 총요소생산성 18% 하락의 원인이 거의 전적으로 기술변화 지수의 감소, 즉 연근해어업의 혁신잠재력의 감소에 기인하는 것임을 알 수 있다. 이는 규모에 대한 수확불변의 기술수준을 가정한 두 시점간의 생산가능곡선이 상대적으로 하향이동하였다는 것을 시사한다. 이는 이 기간 동안 학습 및 생산기술의 파급, 시장경쟁력, 비용구조, 설비가동률의 개선을 보여주는 효율성에는 최소한 변화가 없었던 반면에 새로운 어법에 대한 기술공정의 혁신, 새로운 경영기법, 또는 어업환경이나 어자원의 감소에 의한 외부충격의 원인들이 우리나라 연근해어업의 생산가능곡선 자체를 하향이동 시킨 것으로 나타난 것이다.

효율성의 변화 역시 순수기술효율성의 변화와 규모의 효율성의 변화로 그 구성성분을 분해할 수 있다. 이 경우 순수기술 효율성의 변화는 1.039, 그리고 규모효율성의 변화는 1.004로 추정되었다. 추정치의 기술적 분석으로는 순수기술 효율성에는 4% 정도의 개선이, 규모의 효율성에

Table 2. Overall estimates of productivities

Indices	Changes in productivity			Changes in annual productivity		
	95%L	indices	95%U	95%L	indices	95%U
Total factor productivity	0.779	0.816*	0.854	0.932	0.954*	0.976
Technical efficiency	0.956	1.043	1.201	0.935	1.014	1.109
Technical change	0.680	0.783*	0.844	0.868	0.941	1.014
Pure technical efficiency	0.945	1.039	1.205	0.922	1.000	1.094
Scale efficiency	0.922	1.004	1.118	0.956	1.014	1.088

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3) 깃가림액은 어업의 독특한 임금체제로 계약기간 동안의 어획고에서 제비용을 뺀 것을 선주와 선원이 일정한 비율로 나누어 갖는데 이 비율을 보합률이라 하며 이러한 방식을 깃가림이라 한다.

4) 95%의 신뢰구간의 하한이 0.956, 상한이 1.201로 추정되어 0을 포함하고 있음.

는 변화가 없어 전체적으로 효율성에 변화가 없었던 것으로 나타났다. 이는 이들 두 구성성분의 추정치의 95% 신뢰구간이 모두 영(0)을 포함함으로써 통계적으로는 유의적인 변화가 없었던 것으로 나타난 점에서도 확인이 가능하다.

Table 2는 2007년부터 2011년까지의 총요소생산성의 연평균 추정치와 그의 구성성분, 그리고 각 추정치에 대한 95% 신뢰구간도 보여준다. 이 기간 동안 연평균 총생산성의 추정치가 0.954로 추정됨으로써 매년 약 5%의 생산성의 감소가 있었던 것으로 나타났다. 연평균 총요소생산성의 95%로 신뢰구간은 하한이 0.932, 상한이 0.976로 추정되어 연평균의 관점에서 총요소생산성에는 유의적인 감소가 있었음이 확인되었다.

3. 15개 주요 업종별 생산성 추정결과

Table 3과 Table 4는 정치망어업을 비롯한 15개 주요 연근해어업의 업종별 생산성추정결과를 보여준다. 먼저 총요소생산성이 상승한 것으로 나타난 유일한 업종은 외끌이대형저인망으로 1.071로 추정되어 약 7%의 생산력 증가가 있었던 것으로 나타났다. 95% 신뢰구간의 하한과 상한이 각기 1.044와 1.141로 추정되었다. 대형트롤과 쌍끌이 대형저인망의 경우는 95%의 신뢰구간이 영(0)을 포함함으로써 5%의 유의수준에서 총요소생산성에 통계학적인 변화의 근거를 발견할 수 없었다. 한편, 동해구중형트롤을 포함한 그 밖의 12개 업종에서는 총요소생산성이 모두 하락한 것으로 나타나 분석기간 동안에 우리나라 연근해어업의 전 업종에 걸쳐서 생산성의 하락이 일반적이었던 것으로 분석되었다.

생산성의 하락이 가장 큰 업종은 동해구중형트롤어업으로서 총요소생산성이 0.486으로 추정되

어 이 기간 동안 절반에 가까운 생산성의 감소가 있었음을 보여준다⁵⁾. 동해구중형트롤어업의 95% 신뢰구간은 0.427과 0.555 사이인 것으로 추정되었다. 그 다음 순서로 생산성이 하락한 업종은 근해채낚기와 동해구외끌이중형저인망업종으로 각기 0.676과 0.705로 나타나 약 32%와 30%의 생산성 하락이 있었던 것으로 추정되었다.

총요소생산성 변화의 구성성분을 분해해 보면, 먼저 생산가능곡선의 하방이동을 나타내는 기술변화가 15개 업종 전체에 걸쳐서 골고루 나타나고 있음을 알 수 있다. 특히 95% 신뢰구간의 상한이 1을 상회하여 나타난 업종은 쌍끌이 대형저인망업종이 유일한데, 기술변화의 추정치가 0.967로 생산함수는 평균적으로 하방이동한 것으로 나타났다. 하지만 이 업종 역시 95% 신뢰구간이 영(0)을 포함함으로써 생산가능곡선의 하방이동에 대한 통계적 근거를 발견할 수 없어 오히려 생산함수가 분석기간 동안 움직이지 않고 정체를 보여준 것으로 판단할 수 있는 유일한 업종이 된다. 그 밖의 14개 업종에서는 신뢰구간의 상한이 1보다 작은 수치로 나타나 5%의 유의수준에서 생산함수, 즉 생산가능곡선이 하방이동하였다는 통계적 증거가 분석결과에 뚜렷이 나타나고 있다. 특히 총요소생산성이 가장 낮은 업종으로 나타난 동해구중형트롤어업은 생산성의 하락이 전적으로 생산가능곡선의 하락을 통해서 나타나 이 업종의 경우 최근의 어업환경변화와 어자원의 감소가 가장 심각하게 생산성을 훼손하였음을 알 수 있다.

한편, 어업생산활동에서 투입요소들의 기술적 결합의 효율성, 따라서 어업생산기술의 학습이나 파급, 시장경쟁력, 비용구조상에서의 효율성을 나타내는 순수효율성 변화지수의 경우, 외끌이대형저인망, 근해안강망, 근해통발의 3개

5) 동해구중형트롤어업의 생산성 하락과 관련한 익명의 심사자의 지적처럼 통계청자료의 검토 결과 생산성에는 큰 변화가 없는데 분석결과에는 생산성 훼손이 심각한 것으로 나타났다. 이는 생산량에는 변화가 크게 없었으나 분석자료에서 채택한 투입변수들의 증가가 생산성의 추정치에 반영되었으며, 또한 맘퀴스트생산성 지수는 상대적 생산성을 추정하는 것이므로 다른 업종들에 비하여 생산성이 하락하였음을 나타내는 것으로 설명될 수 있다.

Table 3. Estimates of Productivities for the different methods of fisheries I

Productivity	Total productivity			Technical efficiency			Technical change		
	95%L	Malm.	95%U	95%L	Eff.	95%U	95%L	Tech.	95%U
Confidence interval									
Set Net	0.672	0.735*	0.794	0.898	1.000	1.238	0.631	0.735*	0.794
Large Pair Bottom Trawl	0.962	0.988	1.023	0.882	1.022	1.122	0.873	0.967	1.100
Large Danish Seine	1.044	1.071*	1.141	1.231	1.291*	1.441	0.744	0.830*	0.887
Large Otter Trawl	0.933	1.005	1.067	1.000	1.096*	1.240	0.838	0.917*	0.992
East Sea Medium Danish seine	0.681	0.705*	0.739	0.978	0.998	1.075	0.608	0.706*	0.751
West-South Sea Medium Danish seine	0.790	0.798*	0.801	0.916	0.976	1.027	0.764	0.818*	0.849
East Sea Midium Otter Trawl	0.427	0.486*	0.555	0.850	1.000	1.252	0.397	0.486*	0.532
Large purse Seine	0.831	0.876*	0.931	0.882	1.000	1.181	0.751	0.876*	0.947
Anchovy Trawl	0.725	0.730*	0.732	0.867	0.927	1.049	0.684	0.787*	0.833
Off-shore Trap	0.873	0.905*	0.951	1.084	1.134*	1.256	0.693	0.798*	0.851
Diver fishery	0.672	0.717*	0.749	0.901	1.017	1.382	0.536	0.705*	0.786
Off-shore Stow Net	0.954	0.972*	0.986	1.152	1.220*	1.433	0.703	0.797*	0.841
Off-shore Angling	0.616	0.676*	0.699	0.784	0.838*	0.913	0.719	0.806*	0.845
Off-Shore gillnet	0.893	0.926*	0.963	0.998	1.114	1.319	0.711	0.832*	0.923
Off-shore Long Line	0.872	0.885*	0.890	1.022	1.103*	1.229	0.714	0.803*	0.866
Geometric mean	0.779	0.816*	0.854	0.956	1.043	1.201	0.680	0.783*	0.844
Standard deviation	0.163	0.157	0.160	0.121	0.113	0.152	0.116	0.110	0.125
Coefficient of variation	0.209	0.192	0.187	0.127	0.109	0.127	0.171	0.140	0.148
Maximum	1.044	1.071	1.141	1.231	1.291	1.441	0.873	0.967	1.100
Minimum	0.427	0.486	0.555	0.784	0.838	0.913	0.397	0.486	0.532

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. Malm., Eff., and Tech. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

업종에서는 개선이 이루어졌음을 알 수 있다. 특히, 외끌이대형저인망의 경우가 이 기간 동안 23.1%의 가장 높은 상승률을 기록한 것으로 나타났다. 순수효율성이 하락한 업종은 근해채낚기가 유일하게 15%의 하락을 기록하였으며, 그 이외의 11개 업종에서는 정체상태가 있었음을 신뢰구간을 통하여 확인할 수 있다.

조업활동이 최적규모에서 이루어졌는지를 나타내는 규모효율성 변화지수의 경우는 15개 분석대상 업종 가운데 근해자망(1.101), 외끌이대형저인망(1.048), 그리고 잠수기(1.017)의 23개 업종에서 개선이 이루어진 것을 확인할 수 있다. 규모효율성이 하락한 업종은 기선권현망(0.875)

이 유일하며, 그 밖의 12개 연근해어업 업종에서는 이 기간 동안 규모의 효율성에 변화가 없었던 것으로 분석되었다.

순수효율성 변화지수나 규모효율성 변화지수의 결합을 통하여 나타나는 효율성 변화지수의 경우, 외끌이대형저인망, 근해안강망, 근해통발, 근해연승 그리고 대형트롤의 순서로 5개의 업종이 각기 1.291, 1.220, 1.134, 1.103, 1.096으로 나타나 생산효율성에 상승이 있었음을 알 수 있다. 효율성 변화지수가 하락한 업종은 근해채낚기가 0.838의 추정치를 보여줌으로써 1개의 업종에 그치고 있다. 그 밖의 9개 업종에서는 통계적으로 유의미한 수준에서의 효율성에 변화가 있

Table 4. Estimates of Productivities for the different methods of fisheries II

Productivity	Pure technical efficiency			Scale efficiency		
	95%L	P_Eff.	95%U	95%L	Scale.	95%U
Confidence interval						
Set Net	0.886	1.000	1.231	0.951	1.000	1.000
Large Pair Bottom Trawl	0.975	1.081	1.225	0.758	0.945	1.005
Large Danish Seine	1.168	1.231*	1.321	1.004	1.048*	1.153
Large Otter Trawl	0.974	1.047	1.197	0.911	1.047	1.185
East Sea Medium Danish seine	0.920	0.975	1.075	0.992	1.024	1.178
West-South Sea Medium Danish seine	0.944	1.000	1.085	0.907	0.976	1.031
East Sea Midium Otter Trawl	0.850	1.000	1.253	0.984	1.000	1.000
Large purse Seine	0.855	1.000	1.357	0.808	1.000	1.133
Anchovy Trawl	0.989	1.060	1.231	0.777	0.875*	0.981
Off-shore Trap	1.027	1.086*	1.174	0.988	1.044	1.207
Diver fishery	0.865	1.000	1.359	1.000	1.017*	1.357
Off-shore Stow Net	1.085	1.189*	1.295	0.987	1.026	1.138
Off-shore Angling	0.768	0.848*	0.966	0.906	0.989	1.061
Off-Shore gillnet	0.881	1.011	1.166	1.004	1.101*	1.298
Off-shore Long Line	1.064	1.120*	1.209	0.910	0.984	1.113
Geometric mean	0.945	1.039	1.205	0.922	1.004	1.118
Standard deviation	0.106	0.092	0.108	0.084	0.052	0.113
Coefficient of variation	0.112	0.089	0.089	0.091	0.052	0.101
Maximum	1.168	1.231	1.359	1.004	1.101	1.357
Minimum	0.768	0.848	0.966	0.758	0.875	0.981

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. P_Eff., and Scale. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

었음을 발견할 수 없었다. 따라서 총요소생산성의 하락은 대부분의 업종에서 생산함수, 즉 생산가능곡선의 하방이동을 통한 기술변화지수의 하락이 원인이었음을 확인할 수 있다. 특히, 어업생산함수 자체의 하방이동은 우리 수산업에 대한 외부충격, 즉 기후변화 등에 따른 어업환경의 황폐화와 어자원의 감소 등 외부적인 요인에서 찾을 수 있을 것이다.

4. 연도별 생산성 변화의 추이

Table 5와 Table 6은 2007년에서 2011년까지의 15개 주요 연근해어업의 연도별 총체적 생산성 변화의 추이와 그 구성성분들에 대한 추정치와

신뢰구간을 보여주고 있다. 총요소생산성은 이 기간 동안 연도별로 각기 0.969, 0.936, 1.021, 0.896로 추정되었다. 이는 연도별로 2008년에 약 3%의 하락, 2009년에 약 6%의 하락을 나타내다가 2010년도에 약 2%가 상승하는 반전을 보여주고는 그 이듬해인 2011년에 다시 약 10%의 대폭적인 총요소생산성의 하락이 있었음을 보여준다. 95% 신뢰구간을 보더라도 2010년을 제외하고는 매년도에 통계적으로 유의한 총요소생산성의 하락이 있었음을 알 수 있다. 이 기간 동안 총요소생산성 변화의 구성성분이 되는 생산가능곡선의 변화인 기술변화는 2008년과 2010년 사이에 통계적으로 유의한 수준에서 생산함

Table 5. Estimates of the annual productivities I

Productivity	Total productivity			Technical efficiency			Technical change		
	95%L	Malm.	95%U	95%L	Eff.	95%U	95%L	Tech.	95%U
2007-2008	0.948	0.969*	0.991	0.912	1.002	1.103	0.886	0.967	1.056
2008-2009	0.904	0.936*	0.969	0.913	1.006	1.117	0.851	0.931	1.011
2009-2010	0.999	1.021	1.048	0.928	0.993	1.058	0.973	1.028	1.097
2010-2011	0.882	0.896*	0.903	0.991	1.058	1.161	0.773	0.847*	0.904
Geometric mean	0.932	0.954*	0.976	0.935	1.014	1.109	0.868	0.941	1.014

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. Malm., Eff., and Tech. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

Table 6. Estimates of the annual productivities II

Productivity	Total productivity			Technical efficiency		
	95%L	P_Eff	95%U	95%L	Scale	95%U
2007-2008	0.906	1.006	1.124	0.931	0.996	1.062
2008-2009	0.913	1.018	1.146	0.920	0.988	1.034
2009-2010	0.920	0.983	1.039	0.976	1.010	1.068
2010-2011	0.949	0.994	1.069	0.998	1.065	1.196
Geometric mean	0.922	1.000	1.094	0.956	1.014	1.088

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. P_Eff., and Scale. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

수의 이동이 있었다는 증거를 발견할 수 없다. 그러나 2011년도에 평균 15%에 해당하는 대폭적인 생산함수의 하방이동이 통계적으로 유의한 수준에서 발생하였다는 것을 확인할 수 있다. 주어진 어업기술수준에서의 투입요소의 최적결합을 달성하지 못함으로써 나타나는 기술적 효율성의 변화는 95%의 신뢰구간의 하한과 상한을 평가할 때 이 기간 동안에 유의한 수준에서의 변화가 없었음을 알 수 있다. 그러나 그 평균값만을 고려할 때 2008년과 2009년에는 각기 1% 미만의 상승을 보여주고 있으며, 2010년 약 1% 정도 하락하였다가 2011년 다시 5% 가까운 수치가 하락하였음을 알 수 있다.

Table 6에 나타난 효율성변화의 구성성분인 순수효율성과 규모효율성의 변화의 경우에도 95% 신뢰구간을 통하여 생산성의 변화를 평가하면 통계적으로 유의한 변화가 발생하지 않았

음을 알 수 있다. 하지만 각 연도의 추정치의 평균값에 대한 관점에서 본다면, 2008년과 2009년에는 생산요소들의 순수한 기술적 조합인 순수 효율성의 변화가 각기 1%와 2% 상승했던 반면에 2010년에 약 2%, 2011년에 약 1% 정도가 하락한 것으로 나타났다. 연근해어업의 조업활동에서 최적규모의 어업생산활동을 달성하지 못함으로써 나타나는 규모효율성의 변화 역시 평균추정치를 통하여 나타난 것은 2008년과 2009년도에는 거의 변화가 없었다가 2010년도에 약 1%, 그리고 2011년도에 약 7% 정도의 상승이 있었음을 알 수 있다. 하지만 이들 규모효율성 변화의 추정치에 대한 95% 신뢰구간을 평가할 때 이들 역시 5%의 유의수준에서 유의성이 있는 변화를 보여주지는 못하고 있다.

결과적으로 연도별 생산성 변화의 추이와 그 구성성분을 분석하여 보면, 2008년과 2009년 그

리고 2011년도에 통계적으로 유의한 수준에서 총요소생산성의 하락을 보여주었으며, 이들 총요소생산성의 하락은 2011년도에 나타난 생산함수의 대폭적인 하방이동을 통하여 통계적으로 뒷받침되는 것으로 나타났다. 그 밖의 총요소생산성의 구성성분인 기술적효율성이나 그의 구성성분에서는 어떤 변화가 있었다는 통계적인 증거는 발견되지 않았다.

5. 어업유형에 따른 생산성 변화의 차이

Table 7과 Table 8은 어업유형에 따라 분석기간 동안 생산성의 변화에 차이가 발생하였는지를 보여준다. 먼저 연근해어업의 15개 주요 업종을 정치망어업과 끌그물을 이용하는 인망류어업⁶⁾, 그리고 비인망류어업⁷⁾의 3개의 그룹으로 구분하였다. 총요소생산성은 정치망이 약 26%, 인망류가 19%, 비인망류가 16%의 감소를 보인 것으로 나타났다. 95% 신뢰구간을 통한 이들 총

요소생산성의 차이는 5%의 유의수준에서 정치망과 인망류, 그리고 인망류와 비인망류 사이에서는 차이가 없었지만 비인망류는 정치망에 비하여 하락의 폭이 적었던 것으로 나타났다. 3개 그룹의 생산가능곡선은 모두 하방 이동하였음이 기술변화의 추정치와 95% 신뢰구간을 통하여 나타났다. 3개 그룹간의 생산가능곡선의 하방이동 폭간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다으며 이러한 변화의 상대적인 차이는 효율성 변화지수에서도 유의한 차이들이 발견되지 않았다.

효율성변화의 구성성분인 순수효율성이 변화와 규모효율성의 변화에 대한 추정결과가 Table 8에 나타나 있다. 이들의 추정치나 95% 신뢰구간을 통하여 나타난 결과는 분석기간 동안 이들 구성성분 어디에서도 변화가 있었다는 증거나 3개 어업 유형간에 변화의 차이가 있었다는 통계적인 증거는 발견되지 않았다.

Table 7. Estimates of productivities according to dragging I

Productivity	Total productivity			Technical efficiency			Technical change		
	95%L	Malm.	95%U	95%L	Eff.	95%U	95%L	Tech.	95%U
Confidence interval									
Set Net	0.672	0.735*	0.794	0.898	1.000	1.238	0.631	0.735*	0.794
Dragged gear	0.775	0.810*	0.852	0.944	1.034	1.167	0.690	0.784*	0.845
Non-Dragged gear	0.803	0.839*	0.866	0.983	1.064	1.243	0.676	0.789*	0.851

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. Malm., Eff., and Tech. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

Table 8. Estimates of productivities according to dragging II

Productivity	Total productivity			Technical efficiency		
	95%L	P_Eff	95%U	95%L	Scale	95%U
Confidence interval						
Set Net	0.886	1.000	1.231	0.951	1.000	1.000
Dragged gear	0.955	1.047	1.214	0.888	0.988	1.080
Non-Dragged gear	0.941	1.036	1.188	0.965	1.026	1.191

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. P_Eff., and Scale. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

6) 인망류어업에는 쌍끌이대형저인망, 외끌이대형저인망, 대형트롤, 동해구외끌이중형저인망, 서남해구외끌이중형저인망, 동해구중형트롤, 대형선망 및 기선권현망의 8개 업종이 포함된다.

7) 비인망류에는 근해통발, 잠수기, 근해안강망, 근해채낚기, 근해자망 및 근해연승의 6개 업종이 포함된다.

Table 9와 Table 10은 어선선단규모의 차이에 따라 선단어업⁸⁾과 비선단어업⁹⁾ 그리고 정치망어업의 생산성에 대한 차이를 보여준다. 총요소생산성의 추정치는 정치망, 선단어업, 비선단어업에 따라 각기 0.735, 0.893, 0.796으로 추정되어 정치망어업에서 생산성의 하락 폭이 가장 커다는 사실을 보여준다. 95% 신뢰구간을 통하여 생산성 하락의 폭에 대한 차이를 평가하면, 정치망어업과 비선단어업에서는 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 선단어업은 정치망이나 비선단어업에 비하여서는 작았던 것을 확인할 수 있다. 생산가능곡선의 하방이동 역시 선단어업에서 그 이동의 폭이 가장 작은 것으로 나타났으며, 3개의 그룹 모두에서 통계적으로 유의적인 수준의 감소가 있었음을 알 수 있다. 그러나 3개 그룹 간의 하방이동의 폭에 대한 유의적인 차이는 발견

할 수 없었다. 투입요소의 기술적 결합이나 최적의 규모에서 조업활동이 이루어졌는지를 나타내는 순수효율성의 변화나 규모효율성의 변화에는 유의한 수준의 변화가 발견되지 않았으며, 따라서 이들 두 지수의 결합인 효율성변화지수에서도 유의적인 변화가 발생하지 않은 것으로 나타났다.

Table 11과 Table 12는 15개 분석대상 업종을 정치망, 능동어업¹⁰⁾ 그리고 수동어업¹¹⁾으로 구분한 생산성의 추정결과를 보여준다. 먼저 총요소생산성 변화의 추정치를 보면, 능동어업 및 수동어업 모두에서 각기 약 20%와 14%에 해당하는 통계적으로 유의한 수준에서의 생산성에 하락이 있었던 것을 확인할 수 있다. 생산성 하락의 폭에 대한 차이는 능동어업과 수동어업 사이에서는 발견되지 않았으나, 수동어업의 하락의 폭

Table 9. Estimates of productivities according to fleet I

Productivity	Total productivity			Technical efficiency			Technical change		
	95%L	Malm.	95%U	95%L	Eff.	95%U	95%L	Tech.	95%U
Set Net	0.672	0.735*	0.794	0.898	1.000	1.238	0.631	0.735*	0.794
Fishing fleet	0.857	0.893*	0.929	0.906	1.010	1.146	0.783	0.884*	0.963
Non-Fishing fleet	0.760	0.796*	0.831	0.983	1.062	1.220	0.648	0.750*	0.805

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. Malm., Eff., and Tech. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

Table 10. Estimates of productivities according to fleet II

Productivity	Total productivity			Technical efficiency		
	95%L	P_Eff	95%U	95%L	Scale	95%U
Set Net	0.886	1.000	1.231	0.951	1.000	1.000
Fishing fleet	0.947	1.047	1.251	0.811	0.965	1.073
Non-Fishing fleet	0.950	1.041	1.184	0.967	1.020	1.149

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.

2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.

3. P_Eff., and Scale. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

- 8) 선단어업에는 쌍끌이대형저인망, 대형트롤, 대형선망 및 기선권현망의 4개 업종이 포함된다.
- 9) 비선단어업에는 외끌이대형저인망, 동해구외끌이중형저인망, 서남해구외끌이중형저인망, 동해구중형트롤, 근해통발, 잠수기, 근해안강망, 근해채낚기, 근해자망 및 근해연승의 10개 업종이 포함된다.
- 10) 능동어업에는 쌍끌이대형저인망, 외끌이대형저인망, 대형트롤, 동해구외끌이중형저인망, 서남해구외끌이중형저인망, 동해구중형트롤, 대형선망, 기선권현망, 및 잠수기의 9개 업종이 포함된다.
- 11) 수동어업에는 근해통발, 근해안강망, 근해채낚기, 근해자망, 근해연승의 5개 업종이 포함된다.

Table 11. Estimates of productivities regarding active or passive fishing I

Productivity	Total productivity			Technical efficiency			Technical change		
	95%L	Malm.	95%U	95%L	Eff.	95%U	95%L	Tech.	95%U
Set Net	0.672	0.735*	0.794	0.898	1.000	1.238	0.631	0.735*	0.794
Active fishing	0.762	0.799*	0.840	0.939	1.032	1.189	0.671	0.775*	0.838
Passive fishing	0.832	0.866*	0.891	1.000	1.073*	1.217	0.708	0.807*	0.865

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.
 2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.
 3. Malm., Eff., and Tech. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

Table 12. Estimates of productivities regarding active or passive fishing II

Productivity	Total productivity			Technical efficiency		
	95%L	P_Eff	95%U	95%L	Scale	95%U
Set Net	0.941	1.036	1.188	0.965	1.026	1.191
Active fishing	0.945	1.041	1.230	0.899	0.991	1.108
Passive fishing	0.957	1.044	1.157	0.958	1.028	1.161

Note : 1. 95%L and 95%U represent the lower and upper bounds of 95% confidence interval respectively.
 2. * and the boldface letters represent the statistical significance at 5%.
 3. P_Eff., and Scale. represent the median of bootstrapping estimates respectively.

이 정치망어업과 비교할 때에는 유의한 수준에서 작았음을 알 수 있다. 기술변화지수를 평가한 결과 역시 수동어업에서 생산함수의 하방이동이 평균적으로 가장 적었던 것으로 나타났으나 3개 그룹 사이에서 유의한 차이는 발견되지 않았다. 효율성 변화지수를 평가하면 수동어업의 경우 오히려 약 7% 정도의 상승이 있었음을 알 수 있다. 즉 수동어업의 경우에 중요소생산성의 하락은 기술적 효율성은 분석기간 동안에 오히려 상승하였음에도 불구하고 생산함수의 하방이동에 압도된 결과인 것으로 나타났다. 하지만 효율성변화의 구성성분인 순수효율성이나 규모효율성에서는 유의적인 변화의 증거가 없었음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 2007년에서 2011년 사이의 연도별 자료를 이용하여 우리나라 연근해어업의 15개 주요 업종의 중요소생산성과 이의 다양한 구성성분을 맘퀴스트 생산성지수 모형을 이용하여

추정하였다. 전통적인 투입지향 혹은 산출지향의 단편적인 추정방법에서 벗어나 보다 현실적인 투입산출동시지향의 쌍곡선형태의 맘퀴스트 모형을 사용함으로써 투입물을 줄이는 동시에 산출물은 늘이는 형태의 거리함수를 이용하였다. 특히 생산성추정치의 통계적 신뢰도를 확보하기 위하여 2000회의 자료재표집과정과 반복 추정을 통한 평활부스트랩 방법을 이용하여 편의조정치를 확보하고 이에 대한 95% 신뢰구간을 추정하였다.

분석대상 연근해 수산업은 분석기간 동안 중요소생산성이 18% 감소하여 연 평균 5% 가량이 감소한 것으로 추정되었다. 이러한 중요소생산성의 감소는 거의 대부분 약 22%에 해당하는 생산함수의 하방이동을 통하여 나타났으며, 그 이유는 최근의 어업생산환경의 악화와 어자원의 감소 등으로 주로 외부적인 요인에서 찾을 수 있었다. 특히 이 기간 동안 95% 신뢰구간을 통하여 평가한 결과, 순수효율성이나 규모의 효율성을 통하여 나타난 기술적 효율성에는 변화가 없었던 것으로 나타났다.

업종별 총요소생산성을 추정한 결과, 분석대상 업종 가운데 유일하게 외끌이대형저인망업종만이 통계적으로 유의한 수준에서 약 7% 수준의 생산성향상이 있었던 것으로 나타났다. 총요소생산성의 하락이 가장 큰 업종은 동해구중형트롤어업으로 51%에 가까운 대폭적인 감소가 있었다. 동해구중형트롤어업을 비롯하여 12개 업종에서 유의한 수준에서의 생산성 감소가 나타났으며, 생산성에 변화가 없었던 업종은 대형트롤과 쌍끌이대형저인망의 2개 업종인 것으로 분석되었다. 업종별 총요소생산성의 구성성분의 추정치와 신뢰구간을 평가한 결과 역시 생산성하락의 주된 원인은 생산가능곡선의 하방이동에 있었던 것으로 나타났다.

총요소생산성을 연도별로 추정한 결과, 2008년에 약 3%의 하락, 2009년에 약 6%의 하락을 보여주다가 2010년도에 약 2%의 생산성이 상승하는 반전이 있었다. 그러나 그 이듬해 2011년에 약 10%에 해당하는 대폭적인 생산성의 감소가 뒤따랐다. 95% 신뢰구간을 통하여 추정치의 유의성을 평가한 결과, 2010년도의 소폭의 생산성상승반전의 경우는 통계적 유의성을 발견할 수 없었으나 생산성이 하락한 해에는 모두 통계적 유의성이 입증되었다. 이러한 연도별 총요소생산성의 하락 역시 그 원인은 생산가능곡선의 하방이동에 있었으며, 이를 나타내는 기술변화지수가 2011년에 약 15%의 큰 폭으로 유의한 수준에서 감소하였다.

본 연구에서는 15개 어업을 어업유형에 따라 정치망어업 외에 인망류와 비인망류의 3개의 그룹으로 구분하여 생산성에 차이가 있는지를 통계적으로 검정하였다. 총요소생산성은 정치망이 약 26%, 인망류가 19%, 비인망류가 16%의 감소를 보인 것으로 나타났다. 비인망류의 총요소생산성 감소의 폭은 5%의 유의수준에서 정치망의 감소의 폭보다는 적었던 것으로 나타났다. 이러한 어업유형에 따른 생산성의 감소는 다시 한번 기술변화지수의 유의적인 감소에서 발생한

것으로 나타났다. 어선선단규모의 차이에 따라 선단어업과 비선단어업, 그리고 정치망어업의 3개 그룹으로 구분하여 총요소생산성의 차이를 평가한 경우에는 선단어업에서 약 11%의 감소와 비선단어업에서 약 20%의 감소가 있었던 것으로 나타났다. 기술변화지수 역시 각기 약 11%와 약 25%의 감소를 보여주는 것으로 추정되었다. 어법에 따라 능동어업과 비능동어업으로 구분한 경우에는 총요소생산성의 추정량이 각기 약 20%와 약 13%의 감소가 있었던 것으로 추정되었으나 양자 사이에 유의적인 생산성감소의 차이는 발견되지 않았다. 특히 수동어업의 경우 효율성이 약 7% 상승하였지만 기술변화지수를 통한 19% 정도의 생산함수의 하방이동이 전체적으로 총요소생산성을 약 13% 가까이 추락시키는 결과를 유의적인 수준에서 확인할 수 있었다.

본 연구의 의의는 최근의 연근해어업의 어자원감소를 비롯한 생산환경의 악화가 우리 수산업의 생산성을 훼손하였는지에 대한 물음에 통계적으로 유의적인 수준에서의 증거를 확보하였다는 데 있다. 분석기간 동안 총요소생산성 감소의 원인이 다양한 측면에서 생산가능곡선의 하방이동을 시사하는 기술변화지수의 감소에서 발생하였다는 증거들이 발견되었다. 반면에 순수기술효율성이나 규모의 효율성 등, 효율성변화지수들은 정체되어 왔다는 것이 입증되어 우리 수산업이 어려운 외부환경에서도 주어진 생산요소의 기술적 결합, 즉 어업생산기술의 추격 잠재력을 학습하고, 생산기술의 파급, 시장경쟁력, 비용구조, 설비가동률의 개선을 통하여 꾸준히 지켜왔다는 것을 보여준다.

그러나 본 연구의 분석결과는 어디까지나 제한된 자료를 이용한 다차원의 투입과 산출 공간에서의 수리 및 통계학적 기법을 이용한 계량기술적인 분석이다. 향후에 분석기간과 분석대상어종의 확대는 물론, 투입 및 산출변수를 확대하면 보다 신뢰도 높은 연구결과물을 얻을 수 있을

것으로 판단된다. 또한 2012년 및 2013년의 어업 생산통계자료가 분석결과에 반영되지 않아 최근의 생산성의 변화가 반영되지 않은 점도 한계점으로 지적된다.

REFERENCES

- Ha, J. M. (2005), "The study on the evaluation of fishing efforts in adjacent water fisheries based on ME model," Master's Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Kim, D. S., Seo, J. N. and Lee, S. G. (2010), "Technical efficiency of the coastal composite fishery in Korea : a comparison of data envelopment analysis and stochastic frontier analysis," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 41, 45–58.
- Lee, J. S. and Shin, Y. T. (2006), "The study on the measurements of fishing ability in Korean adjacent water fisheries," *Korea Marine Institute*.
- Lee, K. H., Kim, P. K., Kim, D. H., An, H. C. and Lee, C. W. (2012), "Assessment of fishing power and fishing capacity of the snow crab gillnet fishery in the East Sea," *Journal of Korean Society of Fisheries Technology*, 48, 29–39.
- Seo, J. N. and Kim, D. H. (2012) "Analyzing the dynamic productive efficiency of large pursue seine fishery in Korea," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 43, 11–18.
- Silverman, B. W. (1986), "Density Estimation for Statistics and Data Analysis," London, Chapman and Hall, 1986.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (1999), "Estimating and Bootstrapping Malmquist Indices," *European Journal of Operational Research*, 115, 459–471.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (2000), "A General Methodology for Bootstrapping Nonparametric Frontier Models," *Journal of Applied Statistics*, 27, 779–802.
- Yoo, K. R. (2008), "An empirical evaluation of the efficiency and its determinants of the public sector using a bootstrapped data envelopment analysis: An application to public health centers in Seoul metropolitan city," *Korean Policy Studies Review*, 17, 291–322.