



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사 학위논문

맘퀴스트 생산성 추정 모형을 이용한
원양참치어업의 어선별 생산성 변화 분석



2019년 8월

부경대학교 대학원

자원환경경제학과

김학수

경제학석사 학위논문

맘퀴스트 생산성 추정 모형을 이용한
원양참치어업의 어선별 생산성 변화 분석

지도교수 박 철 형

이 논문을 경제학석사 학위논문으로 제출함.

2019년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

자 원 환 경 경 제 학 과

김 학 수

김학수의 경제학석사 학위논문을 인준함.

2019년 8월



위 원 장 경제학박사 신 용 민 (인)

위 원 경제학박사 김 봉 태 (인)

위 원 경제학박사 박 철 형 (인)

<목 차>

I. 서론	1
제1절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목적	2
제2절 연구 범위 및 방법	4
제3절 선행연구	7
1. 선행연구 검토	7
가. 생산성 및 효율성 선행연구	7
나. 패널분석 선행연구 - 고정효과모형, 확률효과모형	9
다. 원양어업 관련 선행연구	11
2. 선행연구와의 차별성	13
II. 원양어업 현황	14
제1절 원양어업의 종류	14
제2절 원양어업 생산 현황	16
III. 분석모형	25
제1절 Malmquist 모형	25

제2절 패널분석 모형	31
VI. 실증분석	34
제1절 분석자료의 개요	34
제2절 분석결과	38
1. 어업별 생산성 분석	38
가. 원양연승어업	38
나. 원양선망어업	42
다. 원양참치어업 전체	46
2. 생산성 결정요인 분석	54
가. MPI 결정요인 분석	55
나. TCI 결정요인 분석	58
다. TECI 결정요인 분석	60
라. PECI 결정요인 분석	63
마. SECI 결정요인 분석	65
V. 결론	68
참고문헌	74
부록	77

<표 목차>

<표 I-1> 타 분야 생산성 및 효율성 연구	8
<표 I-2> 수산 분야 생산성 및 효율성 연구	9
<표 I-3> 패널자료를 이용한 연구	10
<표 I-4> 수산분야 선행연구의 투입요소 및 산출요소	12
<표 II-1> 원양참치어업의 주요 생산어종	15
<표 II-2> 연근해어업 및 원양어업 생산 및 비중	18
<표 II-3> 원양참치어업 생산 및 비중	21
<표 II-4> 원양연승어업 및 원양선망어업 생산	23
<표 IV-1> 투입변수 및 산출변수의 기초통계량	35
<표 IV-2> 원양연승어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화	39
<표 IV-3> 원양연승어업의 어선별 평균 생산성지수	41
<표 IV-4> 원양선망어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화	43
<표 IV-5> 원양선망어업의 어선별 평균 생산성지수	45
<표 IV-6> 원양참치어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화	48
<표 IV-7> 원양참치어업의 어선별 평균 생산성지수	50
<표 IV-8> Mann-Whitney검정에 따른 어업별 생산성지수 차이 검정	53
<표 IV-9> 평균 차 t검정에 따른 어업별 생산성지수 차이 검정	54
<표 IV-10> 어업별 MPI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과	57
<표 IV-11> 어업별 MPI결정요인 Hausman검정 결과	58
<표 IV-12> 어업별 TCI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과	59
<표 IV-13> 어업별 TCI결정요인 Hausman 검정 결과	60
<표 IV-14> 어업별 TECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과	62
<표 IV-15> 어업별 TECI결정요인 Hausman 검정 결과	62

<표 IV-16> 어업별 PECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과	64
<표 IV-17> 어업별 PECI결정요인 Hausman 검정 결과	65
<표 IV-18> 어업별 SECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과	67
<표 IV-19> 어업별 SECI결정요인 Hausman 검정 결과	67
<표 부록 - 1> 원양연승어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화	77
<표 부록 - 2> 원양연승어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화 ..	78
<표 부록 - 3> 원양연승어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화	79
<표 부록 - 4> 원양연승어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화	80
<표 부록 - 5> 원양선망어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화	81
<표 부록 - 6> 원양선망어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화 ..	81
<표 부록 - 7> 원양선망어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화	82
<표 부록 - 8> 원양선망어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화	82
<표 부록 - 9> 전체원양참치어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화	83
<표 부록 - 10> 전체원양참치어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화..	84
<표 부록 - 11> 전체원양참치어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화..	85
<표 부록 - 12> 전체원양참치어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화	86

<그림 목차>

[그림 I-1] 연구의 분석체계도	6
[그림 II-1] 연근해어업 및 원양어업 생산량	17
[그림 II-2] 연근해어업 및 원양어업 실질 생산금액	17
[그림 II-3] 원양어업 대비 원양참치어업의 생산 비중	21
[그림 II-4] 원양연승어업 및 원양선망어업 생산량	23
[그림 II-5] 원양연승어업 및 원양선망어업 생산금액	24
[그림 IV-1] 원양연승어업의 평균 생산성 누적지수	39
[그림 IV-2] 원양선망어업의 평균 생산성 누적지수	44
[그림 IV-3] 원양참치어업의 평균 생산성 누적지수	49

The Productivity Trend of Overseas Tuna Fisheries with Respect to
Fishing Boats Using Malmquist Productivity Model

Hak Su Kim

Department of Resource and Environmental Economics, The Graduate
School,
Pukyong National University

Abstract

Using Malmquist productivity model, fixed effect model, and random effect model, this study analyzed the productivity of 18 overseas long line fishing boats and 23 overseas purse seine fishing boats for five years from 2013 to 2017. In the productivity index analysis for the entire overseas tuna fisheries, it was analyzed that the MPI for the overseas long line fisheries from 2013 to 2017 fell by an average of 0.3% per year, but the MPI for the overseas purse seine fisheries rose by an average of 5.6% per year during the same period. In the analysis of the determinant of productivity using fixed effect model and random effect model, fishing fees, cost of repair, and sea areas were selected as the determinant of productivity index for the entire overseas tuna fisheries. And these factors were analyzed as determinants that significantly affected TECI and SECI.

I. 서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

수산업은 어업인들에겐 삶의 터전으로, 국민들에겐 양질의 단백질을 공급하는 먹거리산업으로써 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 최근 들어 대내적으로는 연근해 자원감소와 어촌인구 고령화문제에 부딪히고, 대외적으로는 연안국 및 국제수산기구의 자원관리정책으로 인해 원양어장이 줄어들면서 수산업 전체의 존립이 위협받고 있는 실정이다. 이에 해양수산부는 2019년 1월, ‘제3차(2019~2023) 원양산업 발전 종합계획’을 발표하고, 2019년 2월에는 ‘수산혁신 2030계획’을 연이어 발표함으로써 우리나라 수산업이 처한 위기를 적극적으로 극복하고자 하는 의지를 밝혔다. 세부적인 내용에서의 혁신성과 실현가능성은 차치하더라도 우리나라 수산업이 상당히 중대한 국면을 맞았다는 것은 분명하다.

특히, 연근해 어업생산량은 1980년대 중반 이후 지속적으로 감소해 왔다. 때문에 남획으로 인해 고갈된 연근해 수산자원을 회복하기 위해 다양한 정책이 시행되고 있는데, 그 중 대표적인 것이 1994년부터 시행한 어선감척사업과 1999년부터 시행한 TAC제도이다. 그 외에도 연근해 자원관리를 위한 수많은 정책이 시행되어 왔다. 그러나 이처럼 다양한 노력에도 불구하고 2016년과 2017년의 연근해 어업생산량

이 모두 100만 톤을 하회하는 등 수산업의 위기는 더욱 심화되었다. 이는 현재 우리나라 수산업이 처한 위기가 연근해 수산자원의 관리만으로는 해결하는 것이 쉽지 않다는 점을 보여준다. 결국, 우리나라 수산업의 위기를 극복하기 위해서는 연근해를 벗어나 원양어업에 대한 투자 및 연구개발이 절실하다고 판단된다.

원양어업은 1960~70년대 국민경제 발전의 원동력이었으며, 현재까지도 수산업에서 중추적인 역할을 수행하고 있다. 원양어업 역시 1992년 이후 생산량이 지속적으로 감소하는 위기가 있었지만, 최근에는 합작어업과 같은 타개책을 발굴하여 어업생산량 추세의 반등을 이뤄냈다. 이처럼 수산자원의 고갈 속에서 우리나라 원양어업은 어떻게 어업생산량 추세의 반등을 이뤄냈는가에 대한 면밀한 분석이 필요하다. 원양어업은 어획방법에 따라 어업별로 큰 차이를 보이기 때문에 마이크로데이터를 이용한 업종별·어선별 분석이 필요하다. 특히, 원양어업 중에서도 원양참치어업은 원양어업 생산량의 68%, 생산금액의 65%를 차지하고 있어, 원양참치어업의 생산성변화에 대한 분석이 필요하다. 또한 원양참치어업의 생산성 결정요인을 분석함으로써 투입요소 외에도 생산성에 영향을 줄 수 있는 변수를 찾아낼 필요가 있다.

2. 연구 목적

최근 우리나라 수산업은 위기를 맞고 있으며, 이에 대한 국내적 대응방안들은 잦은 한계에 부딪히고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 원양어업으로 시야를 넓혀 수산업의 위기에 대응할 수 있는 정보를 제공하고자 한다. 그리고 원양어업 중에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 원양참치어업의 마이크로데이터를 이용하여 생산성을 분석하여 원

양참치어업의 실태를 명확히 진단하고자 한다.

현재 우리나라 원양어업은 “지속가능하고 국제경쟁력 있는 원양강국 실현”이란 비전 아래 원양어업의 발전을 도모하고 있다. 또한 잡는 어업의 한계를 극복하기 위해 생산에서부터 유통, 가공, 양식, 판매에 이르기까지의 분야를 통합한 원양산업화를 지향하고 있다. 이에 본 연구에서는 마이크로데이터를 기반으로 한 Malmquist 생산성 분석을 통해 원양산업화의 가장 기초가 되는 생산효율성에 대한 정보를 제공하고자 한다. 더 나아가 Malmquist 생산성 분석에서 투입변수로 고려하지 않았지만, 생산효율성에 유의미한 영향을 주는 제3의 변수를 고정효과모형(FEM, Fixed Effects Model)과 확률효과모형(REM, Random Effects Model)을 통해 확인하고자 한다. 또한 생산성의 어업 간 비교분석과 어업 내 비교분석을 통해 보다 구체적인 효율성 향상에 대한 정보를 제공하는데 본 연구의 목적이 있다.

이러한 연구를 통해 원양어업의 효율적 생산을 위한 정보를 체계적으로 모색하고, 원양어업의 장기적인 발전을 도모하고자 한다. 나아가 원양산업으로의 발전과 수산물의 수급 균형을 달성하기 위한 초석을 마련하고자 한다.

제2절 연구 범위 및 방법

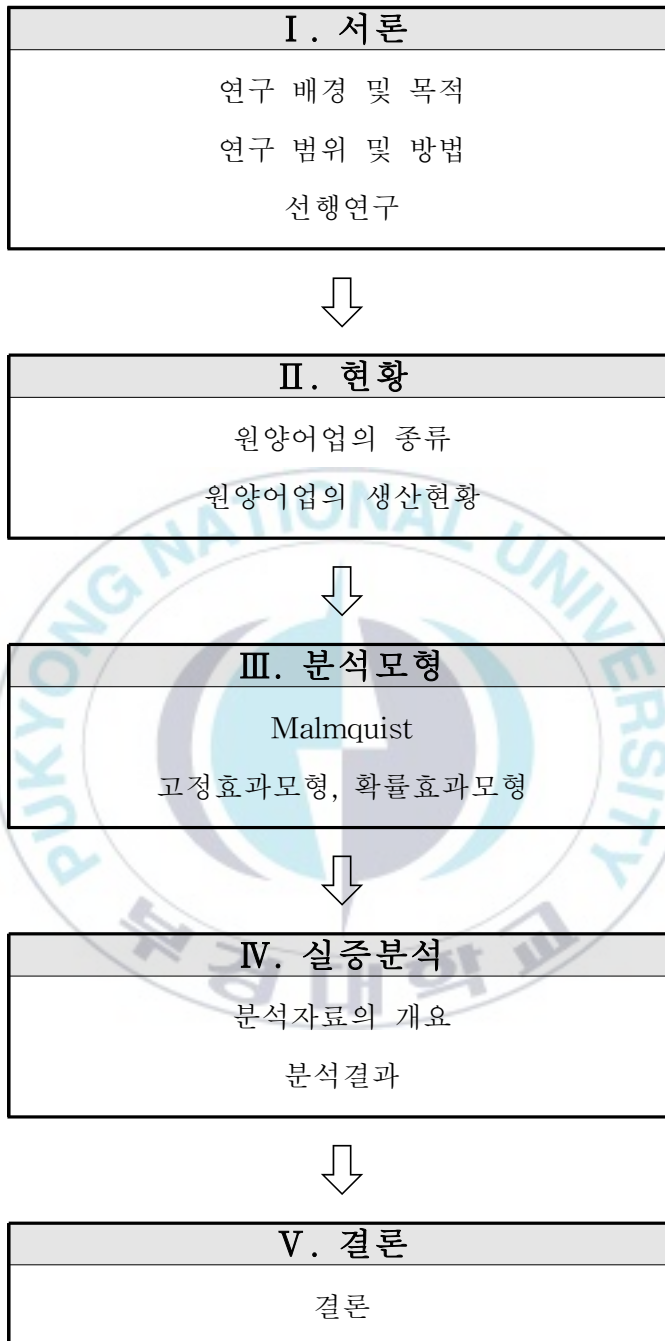
본 연구는 원양참치어업의 어선별 생산효율성의 변화에 대해 분석한다. 생산효율성은 원양연승어선과 원양선망어선을 대상으로 2013년부터 2017년까지 5년간의 어선별 마이크로데이터를 이용한다. 이때, 분석기간 동안 결측치를 제외한 원양연승어선은 92척이며, 원양선망어선은 18척이다. 분석에 있어 두 어업 간 비슷한 수의 DMU (Decision Making Unit)를 이용하기 위해, 원양연승어업은 2017년 생산금액을 기준으로 체계적 표집(systematic sampling)을 이용하여 23척의 원양연승어선을 분석대상으로 선정하고, 원양선망어업은 18척 모두를 분석대상으로 선정한다. 여기서 DMU란 효율성이나 생산성의 평가 대상이 되는 어선을 의미한다. 본 연구에 이용된 DMU들의 특성을 살펴보면, 원양연승어업의 DMU들은 표본의 성격을 가지며, 원양선망어업의 DMU들은 모집단에 가까운 자료라고 볼 수 있다.

구체적 분석은 원양연승어업, 원양선망어업, 그리고 원양참치어업 전체를 대상으로 진행하며, 분석방법은 다음의 세 단계로 나뉜다. 첫째, 각 어선의 톤수, 연료비, 선원임금을 투입변수로 이용하고, 각 어선의 생산량 및 생산금액을 산출변수로 이용하여 어선별·어업별 생산성지수의 변화를 추정한다. 둘째, 도출된 연도별 생산성지수(MPI), 기술변화지수(TCI), 기술적 효율성지수(TECI), 순수 기술적 효율성지수(PECI), 규모 효율성지수(SEIC)를 Mann-Whitney분석과 평균 차 t검정을 이용하여 어업별 생산성 차이를 분석한다. 셋째, 패널분석모형인 고정효과모형(FEM)과 확률효과모형(REM)을 이용하여 생산성의 결정요인을 분석하는데, 앞선 분석에서 투입 및 산출 변수

로 이용하지 않은 제3의 변수로 입어료, 수리비, 업종, 그리고 조업구역의 변수를 고려한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. I 장 서론에서 연구 배경 및 목적과 연구범위 및 방법, 선행연구에 대해 언급하고, II 장 현황에서 원양어업의 종류와 생산현황을 서술한다. 그리고 III 장 분석모형에서는 본 연구에 이용되는 Malmquist 분석과 고정효과모형, 확률효과모형에 대한 이론적 배경을 설명한다. IV 장 실증분석에서는 분석 자료의 개요와 실증분석의 결과를 제시한다. 끝으로 V 장 결론에서는 분석결과를 요약하고, 본 연구가 갖는 의의와 한계점에 대해 다루고자 한다.





[그림 1-1] 연구의 분석체계도

제3절 선행연구

1. 선행연구 검토

가. 생산성 및 효율성 선행연구

생산성 및 효율성에 대한 분석은 수산업 분야뿐만 아니라 제조업, 서비스업, 금융업 등 다양한 산업별·사업별 분석이 이루어지고 있다.

먼저, 김현웅 외(2009)는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis; DEA)과 Malmquist 생산성지수를 이용하여 2000년부터 2006년까지 22개 OECD 철도운영회사를 대상으로 철도수송 생산성을 분석했다. 김현웅·이진선(2010) 역시 Malmquist 생산성지수를 이용해 1990년부터 2007년까지 우리나라의 지역별 철도 노선의 생산성을 분석했다. 해당연구에서는 분석대상 기간 중 발생한 철도수송 여건의 변화에 따른 생산성 변화를 추정하고자 하였다. 정진호·임성목(2012)은 DEA와 Malmquist를 이용하여 2003년부터 2008년까지 대구, 경북 지역 새마을금고의 생산성을 분석하였다. 유영명(2018)은 DEA와 Malmquist를 이용하여 2005년부터 2016년까지 부산지역을 중심으로 한 지역별 자동차부품산업의 생산성을 분석하였다. 마지막으로 윤형모(2019)는 Malmquist를 이용하여 2001년부터 2017년까지 미안마 제조업의 대표 부문인 봉제기업의 생산성을 분석하고, 이후 패널분석인 고정효과모형(FEM) 및 확률효과모형(REM)을 이용하여 외국인 직접투자의 영향을 분석하였다.

<표 1-1> 타 분야 생산성 및 효율성 연구

연도	저자	분석대상	분석대상기간	분석모형
2009	김현웅 외	22개 OECD 철도운영회사	2000~2006	DEA Malmquist
2010	김현웅 · 이진선	18개 우리나라 철도 노선	1990~2007	Malmquist
2012	정진호 · 임성묵	270개 대구, 경북지역 새마을금고	2003~2008	DEA Malmquist
2018	유영명	지역별 자동차부품산업	2005~2016	DEA Malmquist
2019	윤형모	20개 미얀마 제조업 중 봉제기업	2001~2017	Malmquist FEM, REM

수산업 분야의 생산성 및 효율성 분석으로는 표희동·김종천(2010)의 연구가 있으며, 이 연구에서는 Malmquist를 이용하여 2006년부터 2008년까지 수산물 가공식품 도매업에 대한 생산성을 분석하였다. 박철형(2011) 역시 Malmquist를 이용하여 2004년부터 2006년까지 수협산지 위판장의 생산성을 분석하였다. 그리고 윤상호·박철형(2015)은 Bootstrap-Malmquist를 이용하여 2010년부터 2013년까지 수산식품 가공업의 생산성을 분석하면서 신뢰구간평가를 통해 분석의 유의성을 판단하였다. 또한 김태현 외(2016)는 Bootstrap-Malmquist를 이용하여 2009년부터 2013년까지 해양수산부 산하 기관의 종합적 생산성을 분석하였다. 김종천(2017)은 Malmquist를 이용하여 2008년부터 2013년까지 시도별 식품제조업에 대한 생산성 효율성을 분석했으며, Malmquist-Luenberger를 이용하여 동기간 비소망재를 고려한 생산 효율성을 분석하여 이를 비교하였다. 마지막으로 김지우·박철형은 SFA(Stochastic Frontier Analysis)와 DEA를 이용하여 2006년부터 2015년까지 우리나라 근해어업의 업종별 생산성을 분석하였다.

<표 1-2> 수산 분야 생산성 및 효율성 연구

연도	저자	분석대상	분석대상기간	분석모형
2010	표희동 · 김중천	9개 수산물 가공식품 도매업	2006~2008	Malmquist
2011	박철형	39개 수협 산지 위판장	2004~2006	Malmquist
2015	윤상호 · 박철형	41개 수산식품 가공업체	2010~2013	Bootstrap-Malmquist
2016	김태현 외	14개 해양수산물 산하기관	2009~2013	Bootstrap-Malmquist
2017	김중천	시도별 식품제조업	2008~2013	Malmquist Malmquist-Luenberger
2017	김지우 · 박철형	14개 근해어업 업종	2006~2015	SFA DEA

나. 패널분석 선행연구 - 고정효과모형, 확률효과모형

본 연구에서는 2013년부터 2017년까지 원양참치어선들을 대상으로 한 패널자료를 다룬다. 이처럼 패널자료를 기반으로 한 연구는 다양한 방법으로 다양한 분야에서 진행되었다.

먼저, 이준용 · 손재영(2010)은 1992년부터 2007년까지의 패널자료에 고정효과모형을 적용하여 서울특별시와 6개 광역시를 대상으로 지역별 주택가격에 영향을 주는 주택 수요공급 요인변수를 분석했다. 그리고 최근 김석 외(2019)는 2006년부터 2015년까지의 패널자료에 이분산성을 가정한 GLS모형과 고정효과모형을 적용하여 내항 화물 운송업체의 화물운송수입, 자본, 자산, 영업 외 비용, 부채비율이 부채에 미치는 영향을 분석하였다.

수산업 분야에서도 패널자료를 이용한 여러 분석들이 있는데, 임설매·김기수(2013)는 1997년부터 2010년까지 패널자료에 Pooled-OLS, 고정효과모형, 확률효과모형을 적용하여 중국의 수산물소비에 미치는 영향요인을 분석했다. 그리고 김봉태 외(2015)는 1974년부터 2013년까지의 패널자료 중 1996년을 제외한 39개 연도를 바탕으로 보다 심화된 모형인 공간패널모형을 적용하여 연안어업생산량과 기후변화의 대표적 요소인 수온 간의 관계에 대해 분석하였다. 김봉태 외(2015)의 연구에서는 연안어업 전체의 생산량을 다룬다는 측면에서 공간패널모형 중 고정효과모형을 선택했다. 비록 본 분석에서는 공간패널모형을 다루지 않지만, 고정효과모형과 확률효과모형을 선정하는데 있어 참고할 만한 가치가 있는 연구였다. 마지막으로 심성현·남종오(2017)는 1986년부터 2015년까지의 패널자료에 대해 잉어생산모형을 이용하여 근해어업 자원량을 추정하고, 이를 바탕으로 고정효과모형 및 확률효과모형을 적용하여 근해어업의 생산함수를 추정하였다.

<표 1-3> 패널자료를 이용한 연구

연도	저자	분석내용	분석모형
2010	이준용·손재영	우리나라 주요 도시의 주택가격과 수요공급 요인 간의 관계	고정효과모형
2013	임설매·김기수	중국 수산물소비지출에 미치는 영향요인 분석	Pooled-OLS 고정효과모형 확률효과모형
2015	김봉태 외	연안어업 전체 생산량과 기후변화 요소의 관계	공간패널모형 (고정효과모형)
2017	심성현·남종오	근해어업 생산함수 추정	잉어생산모형 고정효과모형 확률효과모형
2019	김석 외	내항 화물운송업체의 운송수입, 자본, 영업 외 비용 등이 부채에 미치는 영향 분석	GLS 고정효과모형

다. 원양어업 관련 선행연구

수산업 분야 중에서도 원양어업에 대한 연구는 다양한 방법론을 바탕으로 활발히 진행되었다. 김창완 외(2000)는 우리나라 원양어업의 업체별 경쟁력을 정성적으로 분석하였다. 당시의 분석결과로는 우리나라 원양업체의 경쟁력 수준이 경쟁사와 비교하여 평균이상인 것으로 분석되었다. 이후 김학수·박철형(2018)은 48개 원양어업 업체를 대상으로 Super-SBM을 이용하여 업체별 효율성을 분석하였다. 원양업체들의 평균 효율성이 76.2%로 추정되어 대부분의 업체가 효율적인 조업을 하고 있는 것으로 분석했다.

원양업체에 대한 연구 외에도 본 연구의 대상인 원양참치어업에 대해서도 다수의 연구가 진행되었다. 조현주 외(2017)는 SFA를 이용하여 원양연승어업의 어선별 생산효율성을 분석했는데, 어선들의 평균 생산효율성은 94%로 상당히 효율적인 생산을 하고 있는 것으로 분석하였다. 김학수·박철형(2019) 역시 SFA를 이용하여 원양참치어업의 어선별 생산성을 분석하였다. 김학수·박철형(2019)의 연구에서는 생산함수에 포함되지 않았지만 효율성에 영향을 줄 수 있는 제3의 변수를 분석하였다. 마지막으로 김종천·박철형(2019)는 발전된 DEA를 이용하여 원양연승어업, 원양선망어업, 원양참치어업에 대한 효율성을 분석하여 결과를 비교하였다. 최근의 원양참치어업에 대한 분석기조는 분석대상뿐만 아니라 방법론적인 측면에서도 본 연구와 상당한 유사점이 있었다.

지금까지 언급된 수산분야의 효율성 및 생산성에 관한 연구들의 투입요소와 산출요소를 <표 I-4>에 나타냈다. 생산성 분석에 있어 투입요소와 산출요소의 선정에 절대적인 기준은 존재하지 않는다. 따라

서 본 연구는 이러한 선행연구를 바탕으로 투입 및 산출변수를 선정하였다.

<표 1-4> 수산분야 선행연구의 투입요소 및 산출요소

연도	저자	분석대상	투입요소	산출요소
2010	표희동 · 김중천	9개 수산물 가공식품 도매업	종사자수, 사업경비	영업이익, 매출액
2011	박철형	39개 수협 산지 위판장	위판장수, 유개경매장 면적, 중도매인수, 경매사수	위판물량, 위판금액
2015	윤상호 · 박철형	41개 수산식품 가공업체	종업원수, 총자산, 총자본	매출액, 영업이익
2016	김태현 외	14개 해양수산부 산하기관	임직원수, 직원평균보수, 임원연봉, 복리후생비	매출액
2017	김중천	17개 시도별 식품제조업	종사자수, 유형자산	부가가치, 질소산화물, 미세먼지
2017	김지우 · 박철형	14개 근해어업 업종	연료비, 임금, 어로일수	어업수입
2017	조현주 외	114개 태평양 원양연승어선	선원수, 낚시수, 톤수, 마력수	총 어획량
2018	김학수 · 박철형	48개 원양어업 업체	톤수, 자산총계, 연간급여액	생산량, 생산금액, 매출액
2019	김학수 · 박철형	132개 원양참치어선	톤수, 조업일수	생산량, 생산금액
2019	김중천 · 박철형	각 25개의 원양연승어선 및 원양선망어선	톤수, 어구비, 연료비, 입어료, 임금	생산량, 생산금액

2. 선행연구와의 차별성

지금까지의 선행연구에서는 연근해어업과 원양어업 등 수산업의 전반적인 대상에 여러 분석기법을 적용하여 효율성 및 생산성을 분석하였다. 이들 선행연구와 본 연구의 차이점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 우리나라 수산업의 위기에 대응할 수 있는 방법 중 하나로 원양어업을 제시하고, 원양어업의 가장 큰 부분을 차지하는 원양참치어업에 대해 분석하고자 한다. 지금까지의 연구는 연안어업, 근해어업, 양식어업, 원양어업 등 전체어업에 대한 분석이 주를 이루었지만, 이는 서로 다른 어종을 대상으로 하는 어업들 간의 특성을 반영하지 못한다는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 원양참치어업을 원양연승어업, 원양선망어업, 전체원양참치어업으로 분류하여 분석함으로써 어업별 특성을 반영하고 어선별로 생산성 향상에 필요한 구체적인 정보를 제공한다.

둘째, 원양어업의 주요 어업인 원양연승어업과 원양선망어업의 어선별 효율성에 대한 연구가 진행되었지만, 이들 분석에서는 단일연도 자료를 사용했다는 한계점을 갖고 있다. 이에 본 연구에서는 2013년부터 2017년까지 다년간 자료를 이용하여 원양참치어업의 어선별 생산성을 분석하고 보다 장기적인 생산성 개선방향을 제시한다.

셋째, 원양참치어업을 대상으로 이루어진 선행연구들은 대상 DMU들의 효율성 및 생산성의 분석만을 중점적으로 수행했다는 한계점도 존재한다. 따라서 본 연구에서는 패널분석인 고정효과모형 및 확률효과모형을 이용하여, Malmquist분석에서 고려하지 않았지만 생산성에 영향을 주는 제3의 결정요인 변수를 제시한다.

Ⅱ. 원양어업 현황

제1절 원양어업의 종류

원양어업은 「원양산업발전법」 제2조에서 “대한민국국민이 해외수역에서 단독 또는 외국인과 합작으로 수산동식물을 포획·채취하는 사업”으로 정의하고 있다. 그리고 “대한민국국민이 단독 또는 외국인과 합작으로 원양어업에서 생산된 수산물과 해외에서 대통령령으로 정하는 방법으로 투자하여 생산한 수산물을 운반·가공·유통·판매 등을 하는 사업”을 원양어업관련사업으로 정의하고 있으며, 위의 ‘원양어업’과 ‘원양어업관련사업’을 영위하는 것을 원양산업으로 규정하고 있다.

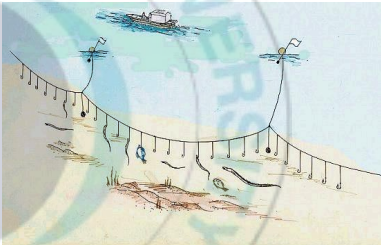
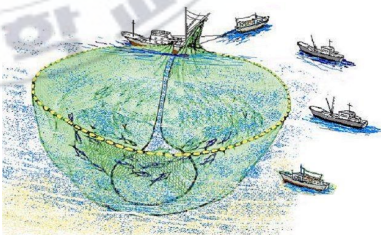
같은 법 시행령에서 정의하고 있는 원양어업의 종류로는 원양연승어업, 원양기선저인망어업, 원양트롤어업, 원양선망어업, 원양자망어업, 원양봉수망어업, 원양채낚기어업, 원양통발어업, 원양모선식어업, 원양안강망어업이 있다. 본 분석에서는 원양연승어업과 원양선망어업을 분석대상으로 하는데, 두 어업은 전체 원양어업 생산량의 약 68%를 차지하고 있다.

분석대상인 원양연승어업은 태평양에서 122척, 대서양에서 6척, 인도양에서 8척이 조업하고 있으며, 생산어종은 눈다랑어, 황다랑어, 녹새치, 날개다랑어, 황새치 등이다. 생산 비중으로 보면 눈다랑어가 약 50%, 황다랑어는 약 25%, 녹새치, 날개다랑어, 황새치가 각 5%가량을 차지한다. 원양선망어업은 태평양에서 27척, 인도양에서 5척이 조업하고 있으며, 주요 생산어종으로는 가다랑어, 황다랑어, 눈다랑어가

있다. 생산비중으로 보면 가다랑어가 약 80%, 황다랑어는 약 15%, 눈다랑어는 2%가량을 차지한다. <표 II-1>은 원양참치어업의 어업별 주요생산어종과 조업모식도를 나타냈다.¹⁾

그리고 원양연승어업의 경우에는 주요생산어종이 대부분 횡감용으로, 약 70%를 일본에 수출하고 나머지는 국내 음식점 및 인터넷 판매를 통해 유통되고 있다. 원양선망어업의 경우에는 주요생산어종이 대부분 참치통조림 원료어로 내수 공급이나 수출되고 있다.

<표 II-1> 원양참치어업의 주요 생산어종

어업의 종류	주요 생산어종	조업모식도
원양연승어업	<ul style="list-style-type: none"> - 눈다랑어 - 황다랑어 - 녹새치 - 날개다랑어 - 황새치 	
원양선망어업	<ul style="list-style-type: none"> - 가다랑어 - 황다랑어 - 눈다랑어 	

자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9., 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>), 「수산업법 시행령」, [별표 1의2], 근해연승 조업모식도 및 대형선망 조업모식도, 검색일: 2019.6.9.

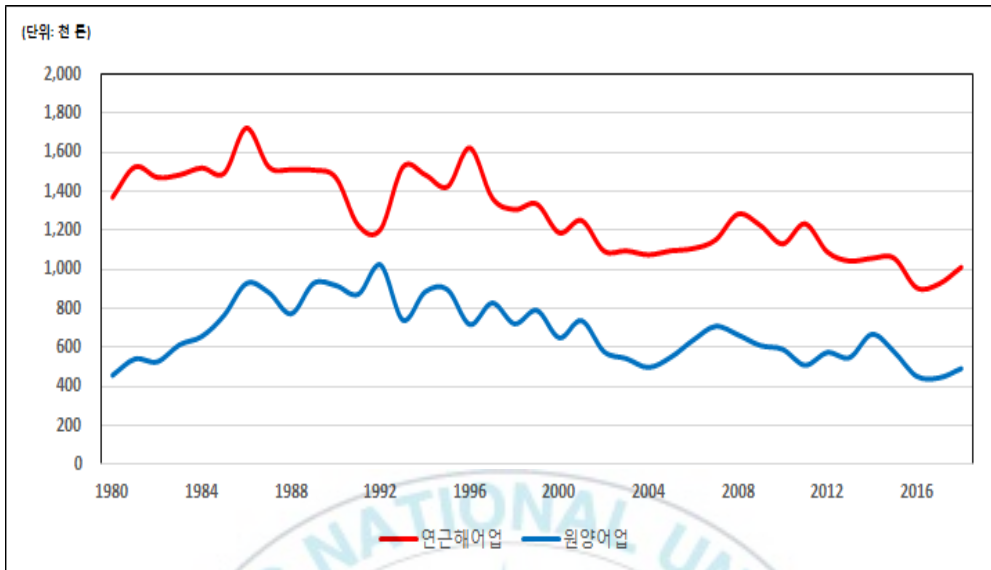
1) 한국원양산업협회(<http://www.kosfa.org/>)와 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)을 참고하여 작성하였다.

제2절 원양어업 생산 현황

우리나라 원양어업 생산량은 1992년 102만 톤으로 최고치를 기록한 이후 증감을 반복하고 있지만 장기적인 감소추세를 보이고 있다. 2017년에는 45만 톤으로 최저치를 기록하였지만, 2018년에는 다시 반등 추세를 보였다. 연근해어업 생산량 역시 1996년 162만 톤을 기록한 이후 장기적인 감소추세로 접어들었다. 이후 연근해어업 생산량은 2016년과 2017년 모두 100만 톤 이하를 기록하여 최악의 상황을 맞았으나, 원양어업과 마찬가지로 2018년에 들어 약간의 반등추세를 보였다. [그림 II-1], [그림 II-2], <표 II-2>는 연근해어업 및 원양어업의 생산현황을 나타낸 것으로, 이러한 우리나라 수산업의 생산 감소 추세를 한눈에 보여준다.

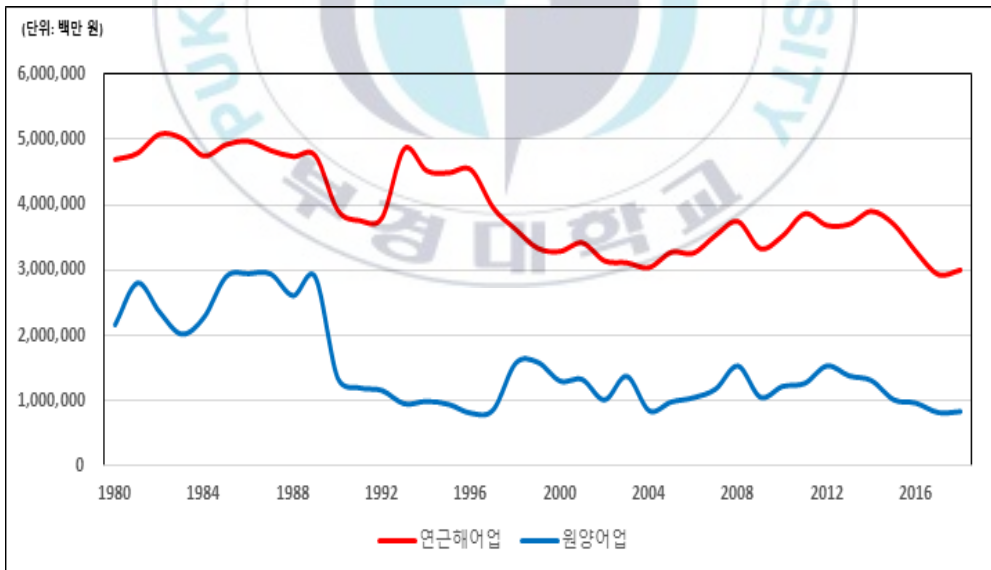
생산금액은 통계청의 수산물 생산자물가지수를 이용하여 2015년 기준의 실질가치로 환산하여 나타냈다. 실질생산금액은 증감이 반복해서 나타나지만 원양어업과 연근해어업 모두 전반적으로 감소하고 있다. 2010년대 원양어업 생산금액은 2012년 1,543,790백만 원으로 최고치를 기록한 이후 2017년 827,596백만 원까지 감소했지만 2018년 843,290백만 원으로 다시 증가했다. 그러나 장기적으로는 감소추세에 있다는 사실은 변함이 없다. 2010년대 연근해어업 생산금액 또한 2014년 3,901,695백만 원으로 최고치를 기록한 이후 2018년 2,996,706백만 원까지 상당히 감소한 것으로 나타났다.

이와 같은 원양어업과 연근해어업의 생산에 대한 지표들은 서두에서 언급한 우리나라 수산업의 위기를 단적으로 보여준다.



자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.5.1.

[그림 II-1] 연근해어업 및 원양어업 생산량



자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.5.1.

[그림 II-2] 연근해어업 및 원양어업 실질 생산금액

<표 II-2> 연근해어업 및 원양어업 생산 및 비중²⁾

(단위: 톤, 백만 원, %)

구분	연근해어업		원양어업		비중 ³⁾	
	생산량	생산금액	생산량	생산금액	생산량	생산금액
1980	1,370,324	4,699,630	458,209	2,173,079	25.1	31.6
1981	1,526,670	4,795,338	542,357	2,815,608	26.2	37.0
1982	1,473,248	5,088,124	527,819	2,367,903	26.4	31.8
1983	1,485,569	5,025,676	615,141	2,030,505	29.3	28.8
1984	1,521,615	4,755,373	658,252	2,291,237	30.2	32.5
1985	1,494,514	4,930,580	767,030	2,915,982	33.9	37.2
1986	1,725,820	4,980,199	929,886	2,958,191	35.0	37.3
1987	1,525,999	4,838,113	882,660	2,953,662	36.6	37.9
1988	1,512,481	4,746,755	774,240	2,621,667	33.9	35.6
1989	1,510,262	4,758,247	930,333	2,903,656	38.1	37.9
1990	1,471,810	3,924,178	919,312	1,361,196	38.4	25.8
1991	1,226,779	3,760,231	873,533	1,205,579	41.6	24.3
1992	1,206,542	3,801,767	1,024,656	1,166,004	45.9	23.5
1993	1,526,139	4,865,842	741,471	961,567	32.7	16.5
1994	1,486,357	4,526,951	887,265	1,000,243	37.4	18.1
1995	1,425,213	4,495,814	897,324	953,688	38.6	17.5
1996	1,623,822	4,540,304	718,684	817,718	30.7	15.3
1997	1,367,406	3,953,760	829,403	870,755	37.8	18.0
1998	1,308,336	3,625,731	722,597	1,582,152	35.6	30.4
1999	1,336,062	3,332,875	791,409	1,599,723	37.2	32.4

2) 연근해어업 및 원양어업 생산 및 비중에서 생산금액 항목은 2015년 수산물 생산자물가지수를 이용하여 실질가치로 나타냈다.

구분	연근해어업		원양어업		비중 ³⁾	
	생산량	생산금액	생산량	생산금액	생산량	생산금액
2000	1,189,000	3,284,664	651,267	1,310,867	35.4	28.5
2001	1,252,099	3,415,871	739,057	1,334,245	37.1	28.1
2002	1,095,812	3,138,970	580,346	1,021,590	34.6	24.6
2003	1,096,526	3,109,086	544,591	1,386,164	33.2	30.8
2004	1,076,687	3,035,614	499,400	857,611	31.7	22.0
2005	1,097,041	3,270,827	552,096	990,247	33.5	23.2
2006	1,108,815	3,258,232	639,184	1,055,223	36.6	24.5
2007	1,152,299	3,534,283	709,960	1,190,723	38.1	25.2
2008	1,284,890	3,744,632	666,182	1,542,586	34.1	29.2
2009	1,226,966	3,329,160	611,950	1,064,244	33.3	24.2
2010	1,132,536	3,520,865	592,116	1,228,195	34.3	25.9
2011	1,235,489	3,864,776	510,624	1,275,802	29.2	24.8
2012	1,091,034	3,684,635	575,308	1,543,790	34.5	29.5
2013	1,044,697	3,703,169	549,928	1,391,338	34.5	27.3
2014	1,058,598	3,901,695	669,140	1,318,741	38.7	25.3
2015	1,058,319	3,702,306	578,137	1,023,738	35.3	21.7
2016	907,580	3,281,492	454,053	972,710	33.3	22.9
2017	926,941	2,928,685	445,726	827,596	32.5	22.0
2018	1,012,505	2,996,706	493,063	843,290	32.7	22.0
평균	1,286,482	3,952,594	680,864	1,531,508	34.4	26.9

자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.5.1.

3) 생산량: {원양어업 생산량/(연근해어업 생산량 + 원양어업 생산량)} * 100
 생산금액: {원양어업 생산금액/(연근해어업 생산금액 + 원양어업 생산금액)} * 100

<표 II-3>는 원양참치어업의 생산량과 생산금액이며, 원양어업에서 차지하는 비중을 나타내었다. 원양참치어업의 생산량은 증감을 반복하고 있지만 증가추세인 것으로 볼 수 있으며, 2011년 대비 2018년의 생산량은 약 34.5% 증가한 것으로 나타났다. 생산금액은 정체 내지 감소하고 있는 것으로 볼 수 있는데, 2011년 대비 2018년의 생산금액이 약 5.4% 감소한 것으로 나타났다. 구체적으로 보면, 고가어종인 횡감용 참치를 주로 어획하는 원양연승어업의 생산량이 감소하고, 통조림용 참치를 주로 어획하는 원양선망어업의 생산량 증가로 인해 원양참치어업 전체에서는 생산량과 생산금액의 추세가 반대로 움직이는 현상이 나타나게 된 것으로 판단된다.

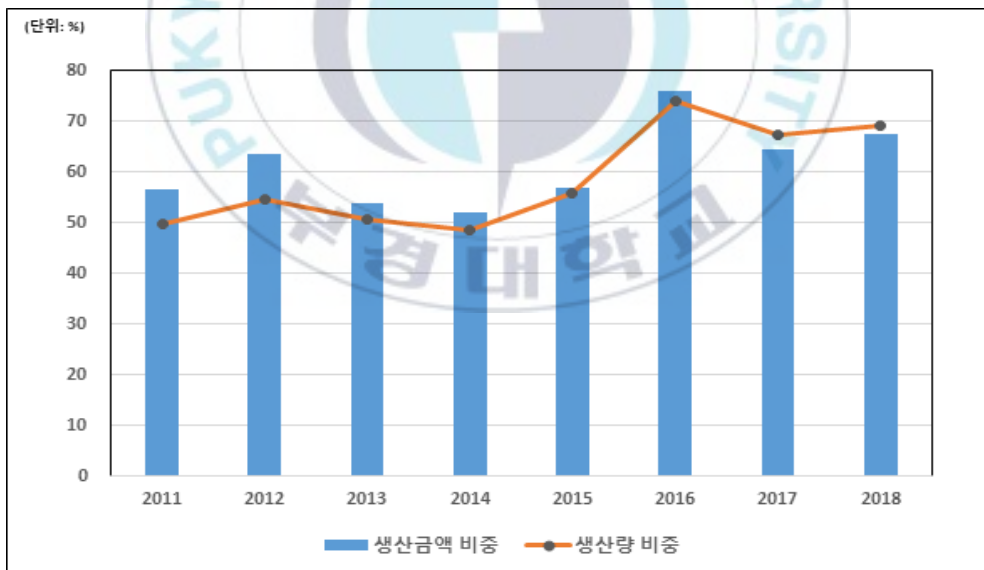
원양참치어업이 원양어업에서 차지하는 비중을 살펴보면, 생산량과 생산금액 비중 모두 등락을 반복하지만 상승추세를 보이고 있다. 구체적으로 생산량 비중은 2011년 49.7%에서 2018년 69.3%까지 약 19.6%p 상승했으며, 생산금액 비중은 2011년 56.6%에서 2018년 67.5%까지 약 10.9%p 상승했다. 그리고 평균적인 비중을 보더라도 생산량 비중이 58.7%, 생산금액 비중이 61.4%로 나타나, 원양어업에서 원양참치어업이 갖는 중요성을 다시 한 번 확인할 수 있었다. [그림 II-3]에는 2011년부터 2018년까지 원양어업 대비 원양참치어업의 생산량 및 생산금액 비중을 나타내었다.

<표 II-3> 원양참치어업 생산 및 비중4)

(단위: 톤, 백만 원, %)

연도	원양어업		원양참치어업		비중	
	생산량	생산금액	생산량	생산금액	생산량	생산금액
2011	510,624	1,467,044	254,024	831,073	49.7	56.6
2012	575,308	1,655,406	313,698	1,054,634	54.5	63.7
2013	549,928	1,408,034	278,057	757,881	50.6	53.8
2014	669,140	1,275,222	325,470	662,925	48.6	52.0
2015	578,137	1,023,738	322,885	581,722	55.8	56.8
2016	454,053	1,077,763	335,716	819,000	73.9	76.0
2017	445,726	1,134,303	299,815	733,209	67.3	64.6
2018	493,063	1,163,909	341,754	786,091	69.3	67.5
평균	534,497	1,275,678	308,927	778,317	58.7	61.4

자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9.



자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9.

[그림 II-3] 원양어업 대비 원양참치어업의 생산 비중

4) 원양참치어업 생산 및 비중에서 생산금액 항목은 2015년 수산물 생산자물가지수를 이용하여 실질가치로 나타냈다.

<표 II-4>은 최근 원양참치어업의 생산량과 생산금액이며, 본 연구의 분석대상인 원양연승어업과 원양선망어업을 분류하여 나타냈다. 원양연승어업의 생산량은 2012년 42,585톤으로 최고치를 기록한 이후 2017년에는 34,794톤까지 감소하여 최저치를 기록했지만 2018년에는 다시 35,008톤까지 증가하는 모습을 보였다. 원양선망어업의 생산량은 2011년 213,013톤을 기록한 이후 증감을 반복했지만 전반적인 증가추세를 유지하여 2016년에는 300,387톤을 기록했다. 이후 2017년에는 265,021톤으로 급감하는 모습을 보였지만, 2018년에 다시 306,746톤까지 증가하여 2010년대 들어 가장 높은 생산량을 기록했다.

생산금액 측면에서 보면 변화폭이 보다 크게 나타나고 있다. 원양연승어업 생산금액은 2012년 330,561백만 원으로 최고치를 기록한 이후 2018년 174,889백만 원까지 감소하며 장기적인 감소추세에 있는 것으로 나타났다. 원양선망어업의 생산금액 또한 2012년 724,611백만 원으로 최고치를 기록한 이후 2015년 408,796백만 원까지 감소했지만, 이후 증가하는 모습을 보이며 2018년에는 611,202백만 원까지 회복했다.

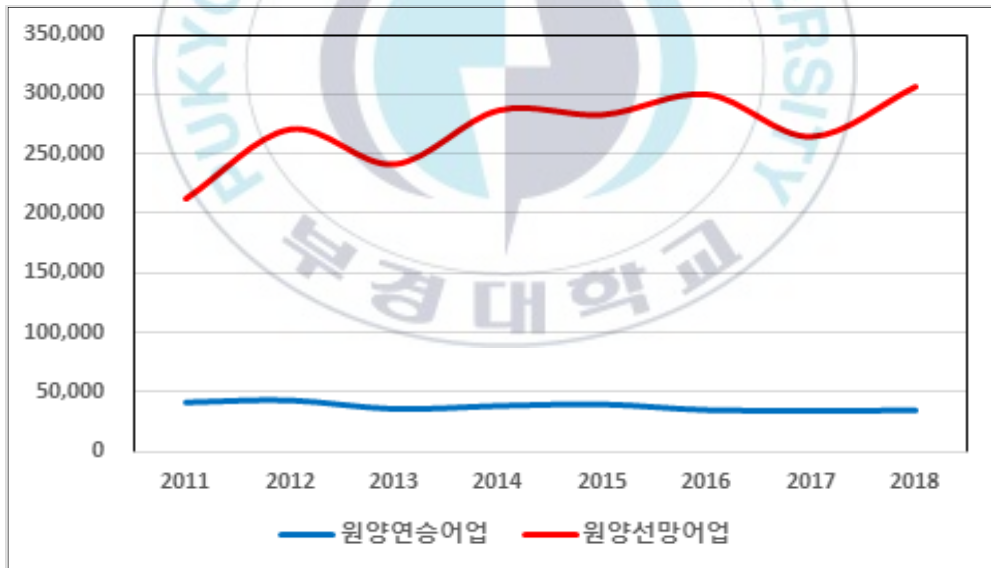
전체원양참치어업의 생산량은 2011년 254,024톤으로 가장 낮게 나타났고, 이후 증감을 반복하다 2018년에는 341,754톤까지 증가하였는데, 이는 원양 선망어업의 생산량 증가가 큰 비중을 차지한 것으로 분석할 수 있다. 전체원양참치어업의 생산금액은 2011년 831,073백만 원에서 2018년 786,091백만 원으로 감소하는 모습을 보였는데, 이 기간 동안 원양선망어업의 생산금액은 증가했지만 원양연승어업의 생산금액이 상당히 감소하여 전체원양참치어업의 생산금액 감소를 야기한 것으로 분석할 수 있다.

<표 II-4> 원양연승어업 및 원양선망어업 생산⁵⁾

(단위: 톤, 백만 원, %)

연도	원양연승어업		원양선망어업		합계	
	생산량	생산금액	생산량	생산금액	생산량	생산금액
2011	41,011	330,561	213,013	500,512	254,024	831,073
2012	42,585	330,024	271,113	724,611	313,698	1,054,634
2013	36,134	198,735	241,923	559,146	278,057	757,881
2014	38,439	184,948	287,031	477,977	325,470	662,925
2015	39,530	172,925	283,355	408,796	322,885	581,722
2016	35,329	212,130	300,387	606,870	335,716	819,000
2017	34,794	172,679	265,021	560,530	299,815	733,209
2018	35,008	174,889	306,746	611,202	341,754	786,091
평균	37,853	222,111	271,073	556,205	308,927	778,317

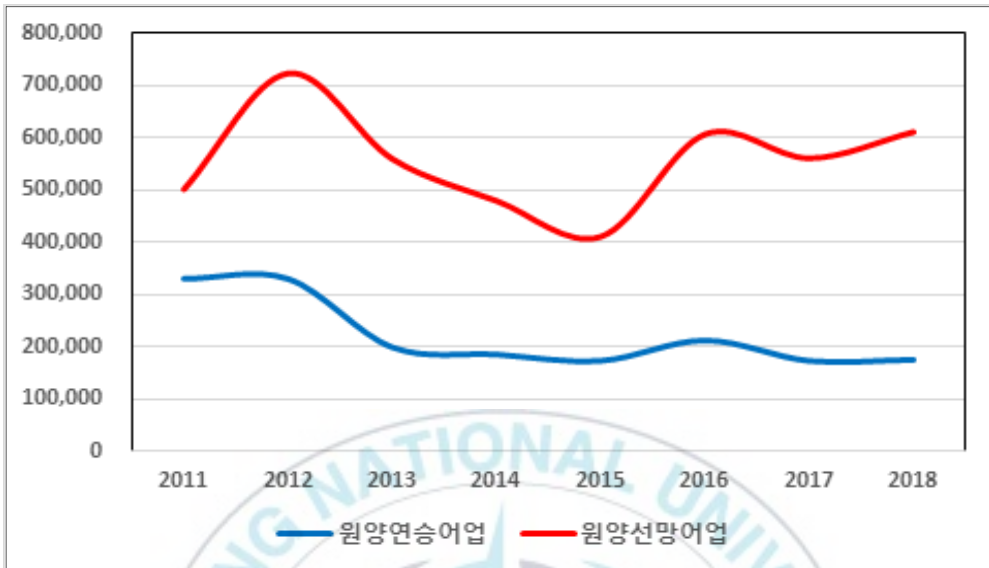
자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9.



자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9.

[그림 II-4] 원양연승어업 및 원양선망어업 생산량

5) 원양연승어업 및 원양선망어업 생산에서 생산금액 항목은 2015년 수산물 생산 자물가지수를 이용하여 실질가치로 나타냈다.



자료: 국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일: 2019.6.9.

[그림 II-5] 원양연승어업 및 원양선망어업 생산금액

Ⅲ. 분석모형

제1절 Malmquist 모형⁶⁾

Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에 의해 도입된 Data Envelopment Analysis는 측정단위가 다른 다수의 투입 및 산출물에 대한 가중치를 직접 추정하여 효율성 측정할 수 있다는 점에서 장점이 존재한다. 마찬가지로, Malmquist 생산성지수(MPI, Malmquist Productivity Index) 추정법은 특정 생산함수를 사전에 가정하지 않으며, 거리함수에 기초하여 투입물 대비 산출물의 지수로 정의된다. 해당 추정방법에서 사용되는 거리함수로써, 산출기준 거리함수(Output Based Distance Function)와 투입기준 거리함수(Input Based Distance Function)가 존재한다. 산출기준 거리함수는 투입요소가 고정된 상태에서 최대한 생산 가능한 산출량 거리함수를 추정하는 것이고, 투입기준 거리함수는 특정 산출량을 생산할 때 투입요소가 최소화되는 거리함수를 추정하는 것이다.

또한, 대표적인 효율성분석인 DEA의 경우에는 단일연도 DMU들의 상대적 효율성을 측정하기 때문에 다른 연도와의 효율성 비교가 불가능하다. 이를 보완할 수 있는 것이 MPI인데, MPI는 다년간 DMU들의 동적인 효율성을 측정할 수 있으며, 효율성변화와 생산기술의 변화 정도를 측정할 수 있다.(표희동·김종천, 2010)

Caves et al.(1982)에 따르면 거리함수를 이용하여 t 시점의 생산기

6) Malmquist 모형과 관련된 이론은 박만희(2008)의 “효율성과 생산성 분석”을 참고하여 작성했다.

술과 $(t+1)$ 시점의 생산기술에 대한 MPI는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

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

여기서 $D_I^t(x^t, y^t)$ 는 t 시점의 투입기준 효율성을, $D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 은 $(t+1)$ 시점의 투입기준 효율성을 나타낸다. 따라서 $D_I^{t+1}(x^t, y^t)$ 는 t 시점의 산출 y^t 를 $(t+1)$ 시점의 기술수준을 이용하여, t 시점의 투입 x^t 와 동일한 비율을 유지하며 줄일 수 있는 최대크기를 의미한다. 그리고 $D_I^{t+1}(x^t, y^t)$ 와 $D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 은 t 시점과 $(t+1)$ 시점의 기술변화를 측정할 때 이용된다.

Fare et al.(1994)은 평가기간 간 자의성을 피하기 위해 투입기준 M_I 를 t 시점과 $(t+1)$ 시점에서의 MPI 기하평균으로 정의한다. 도출된 M_I 의 값이 1보다 크면 t 시점에 비해 $(t+1)$ 시점의 생산성이 증가하였음을, 도출된 M_I 의 값이 1보다 작으면 t 시점에 비해 $(t+1)$ 시점의 생산성이 감소하였음을 의미한다. M_I 는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

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

그리고 $M_I(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 는 식 (3)과 같이 기술적 효율성 변화지수(TECI)와 기술변화지수(TCI)의 곱으로 나타낼 수 있다.

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

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

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

여기서 기술적 효율성 변화지수(TECI)는 t 시점과 $(t+1)$ 시점의 기술적 효율성의 변화를 측정하는 척도이다. 그리고 기술변화지수(TCI)는 t 시점과 $(t+1)$ 시점 간의 생산기술변화, 즉 효율변경으로의 이동이 생산성에 어떤 변화를 미치는가를 측정하는 척도이다.

기술적 효율성 변화지수(TECI)는 순수 효율성 변화지수(PECI)와 규모 효율성 변화지수(SECI)로 분리할 수 있다. 따라서 식 (3)은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

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

그러므로 MPI는 순수 효율성 변화지수(PECI), 규모 효율성 변화지수(SECI), 기술변화지수(TCI)의 세 부분으로 나눌 수 있다. 순수 효율성 변화지수(PECI)와 규모 효율성 변화지수(SECI)의 곱으로 나타나는 기술적 효율성 변화지수(TECI)는 추격 잠재력을 의미하며, 시장

경쟁력, 지식과급효과, 설비 가동률 및 비용 구조의 개선 등에 대한 영향을 반영한다. 그 중 순수 효율성 변화지수(PECI)는 규모수익가변의 기술수준 하에서 효율성의 상대적 변화를 나타낸다. 규모 효율성 변화지수(SECI)는 두 시점 사이의 규모수익가변의 기술수준에 대응되는 규모수익불변 기술수준에서의 최대 산출량에 대한 비율로 정의할 수 있다. 마지막으로 기술변화지수(TCI)는 규모수익불변 기술수준에서 두 시점 간 생산가능곡선의 이동을 나타낸다. 이는 혁신 잠재력을 의미하며, 생산공정혁신 및 신제품, 외부충격과 새로운 경영기법 같은 생산가능곡선의 상대적인 이동을 반영한다.

t 시점과 $(t+1)$ 시점에 대하여 어떤 DMU의 투입과 산출 자료가 주어질 때, 식 (4)를 이용해 투입지향 MPI를 도출하기 위해서는 다음의 거리함수 $D_I^t(x^t, y^t)$, $D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_I^{t+1}(x^t, y^t)$, $V_I^t(x^t, y^t)$, $V_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 을 추정해야 한다. 거리함수의 추정에는 비모수적 기법인 DEA기법이 주로 이용되며, 앞서 언급한 거리함수 추정을 위한 DEA모형은 다음과 같다.

$$D_I^t(x^t, y^t) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^t - \lambda X^t \geq 0$$

$$-y^t + \lambda Y^t \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^{t+1} \geq 0$$

$$-y^{t+1} + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^t \geq 0$$

$$-y^{t+1} + \lambda Y^t \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$D_I^{t+1}(x^t, y^t) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^t - \lambda X^{t+1} \geq 0$$

$$-y^t + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$V_I^t(x^t, y^t) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^t - \lambda X^t \geq 0$$

$$-y^t + \lambda Y^t \geq 0$$

$$\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

$$V_I^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$s.t. \quad \theta x^{t+1} - \lambda X^{t+1} \geq 0$$

$$-y^{t+1} + \lambda Y^{t+1} \geq 0$$

$$\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

6개의 DEA모형으로부터 거리함수를 도출한 후 식 (4)에 각 거리함수를 대입하면 순수 효율성 변화지수(PECI), 규모 효율성 변화지수(SECI), 기술변화지수(TCI)를 구할 수 있으며, 최종적으로 Malmquist 생산성지수(MPI)를 도출할 수 있다.



제2절 패널분석 모형7)

패널분석에서는 시계열자료와 횡단면자료가 합쳐진 패널자료를 이용하여 시간에 따른 개체 간 관계를 파악한다. 패널분석에서는 고정효과와 확률효과의 존재에 따라 고정효과모형(FEM)과 확률효과모형(REM)으로 구분할 수 있다.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_i + e_{it} \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ 및 } t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

식 (5)와 같은 패널 선형회귀모형을 가정했을 때, 위 모형은 시간변화에 따라 변하지 않고 패널개체의 특성을 나타내는 u_i 오차항과 시간변화와 패널개체에 따라 모두 변하는 순수한 오차항 e_{it} 로 구성된다. 이 점을 확인할 수 있다. 이때 고정효과모형에서는 오차항 u_i 를 확률변수가 아닌, 추정해야 하는 모수(parameter)로 간주한다. 그러므로 고정효과모형은 식 (6)과 같이 다시 표현할 수 있다.

$$y_{it} = (\alpha + u_i) + \beta x_{it} + e_{it} \quad (6)$$

고정효과모형에서는 개체가 달라지더라도 기울기인 β 는 같지만, 개체별로 상수항 $(\alpha + u_i)$ 가 서로 다르고 개체별로 상수항이 고정되어 있다고 가정한다.

고정효과모형에서는 F-검정을 이용하여 “ H_0 : 모든 i 에 대해

7) 패널분석 모형과 관련된 이론은 민인식·최필선(2012)의 “STATA 패널데이터 분석”을 참고하여 작성했다.

$u_i = 0$ 이다.”라는 가설을 검정하고, 이를 통해 오차항 u_i 의 고정된 개체별 특성을 고려해야하는가를 확인할 수 있다. 귀무가설이 채택되면, 식 (6)은 $y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + e_{it}$ 로 표현할 수 있다. 이는 모든 패널 개체의 상수항이 α 로 동일해진다는 것을 의미한다. 즉, 위의 귀무가설이 기각되어야 개체별 이질성을 고려하는 고정효과모형의 결과를 신뢰할 수 있다.

고정효과모형에서 오차항 u_i 를 추정해야할 모수로 간주했다면, 확률효과모형에서는 오차항 u_i 를 확률변수로 간주한다. 확률효과모형에서의 오차항 u_i 는 일반적으로 식 (7)과 같은 분포를 갖는다고 가정한다.

$$u_i \sim N(0, \sigma_u^2), e_{it} \sim N(0, \sigma_e^2) \quad (7)$$

만약 확률효과모형인 식 (6)을 OLS로 추정하면 오차항에 1차의 자기상관(first-order autocorrelation) 문제가 발생한다. 때문에 OLS를 이용한 추정은 효율적 추정량이 되지 못한다. 또 다른 문제는 독립변수와 개체 특성 오차항인 u_i 간 상관관계에 대한 것이다. OLS를 이용할 때, “ $cov(x_{it}, u_i) = 0$ ”라는 가정이 성립해야 일치추정량인 동시에 효율적인 추정량을 기대할 수 있다.

여기서 설명변수의 외생성을 나타내는 “ $cov(x_{it}, u_i) = 0$ ”의 가정이 성립하면 고정효과모형에 비해 확률효과모형에서의 추정량이 더 효율적인 것으로 알려져 있다. 그러나 “ $cov(x_{it}, u_i) = 0$ ”가 성립하지 않으면 확률효과모형의 추정량은 일치추정량이 될 수 없다는 단점도 존재한다.

각 모형의 장단점은 존재하지만 오차항 u_i 를 고정효과로 보느냐, 확률효과로 보느냐에 따라 추정모형이 달라진다. 이때 일차적으로 중요한 개념은 자료에서 개체특성을 의미하는 u_i 에 대한 추론이라 할 수 있다. 만약 패널 개체들이 모집단이거나 그에 근접한 자료라면 오차항 u_i 는 확률분포를 따른다고 할 수 없으며, u_i 를 고정효과로 간주할 수 있다. 반대로 패널 개체들이 모집단으로부터 무작위로 추출된 표본이라면 오차항 u_i 는 확률분포를 따를 것이며, u_i 를 확률효과로 간주할 수 있다.

이를 계량경제학적으로 접근하면 $cov(x_{it}, u_i) = 0$ 의 가정이 성립할 때, 두 모형의 추정량이 모두 일치추정량이 되기 때문에 유사한 결과를 도출할 수 있다. 그러나 위의 가정이 성립하지 않는다면 확률효과 추정량은 일치추정량이 되지 못한다. 따라서 고정효과모형과 확률효과모형의 선택은 $cov(x_{it}, u_i) = 0$ 의 가설을 검정함으로써 결정할 수 있다. 이를 위한 Hausman 검정의 귀무가설과 대립가설은 식 (8)과 같다.

$$H_0 : cov(x_{it}, u_i) = 0$$

$$H_1 : cov(x_{it}, u_i) \neq 0 \quad (8)$$

Hausman 검정의 귀무가설이 채택되면 확률효과모형이 효율적인 모형이기 때문에 확률효과모형을 선택하는 것이 적절하며, 귀무가설이 기각되면 대립가설 하에서 일치추정량을 기대할 수 있는 고정효과모형을 선택하는 것이 적절하다.

VI. 실증분석

제1절 분석자료의 개요

본 연구에서는 원양참치어업의 어선별 생산성을 분석하기 위해 원양연승어선 23척, 원양선망어선 18척을 분석대상 DMU로 선정하였다. 분석에 이용된 DMU들은 2013년부터 2017년까지 결측치가 없는 동일한 데이터를 선별한 후, 2017년 어선별 생산금액을 바탕으로 체계적 표집(systematic sampling)을 통해 구성하였다.

Malmquist분석을 위해서는 투입 및 산출변수를 선정해야하는데, 이에 대한 절대적인 기준은 존재하지 않고 분석대상의 특성에 따라 투입 및 산출변수의 선정이 이루어진다. 따라서 본 연구는 수산업분야에서 이루어진 효율성에 관한 선행연구들을 바탕으로, 3개의 투입변수와 2개의 산출변수를 선정하였다. 투입변수에는 자본의 대리변수로 어선톤수와 연료비를, 노동의 대리변수로 선원임금을 이용하였으며, 산출변수에는 생산량과 생산금액을 이용하였다. 화폐단위로 나타낸 변수들은 모두 2015년의 수산물 생산자물가지수를 이용하여 실질화 하였다.

Malmquist분석에 있어 분석대상이 되는 DMU의 수에 비해 투입 및 산출변수의 수가 지나치게 많다면 DMU들이 대부분 효율변경을 구성하는데 사용되어 분석결과의 변별력을 상실하게 된다. 이를 예방하기 위한 적정 DMU의 수로써, Fitzsimmons(1994)는 DMU의 수가 투입변수와 산출변수를 합한 것보다 2배 이상 많아야 한다는 기준을 제시했고, 보다 보수적인 관점에서 Banker et al.(1984)은 DMU의 수

가 투입·산출변수의 합보다 3배 이상 많아야한다는 기준을 제시한 바 있다. 본 연구에서는 분석대상이 원양연승어업일 때의 DMU가 23개, 원양선망어업일 때의 DMU가 18개, 전체원양참치어업일 때의 DMU가 41개로, 모두 보수적 기준을 충족시킬 수 있도록 설계하였다.

마지막으로 패널분석에서는 Malmquist분석의 투입 및 산출변수로 이용되지 않고 생산성에 영향을 줄 수 있는 제3의 변수로써 입어료, 수리비, 업종의 더미변수, 해역의 더미변수를 고려했다. 그 중 해역은 크게 태평양 중서부, 태평양 중동부, 기타 해역으로 구분된다.

각 분석에 이용된 투입변수와 산출변수의 기초통계량은 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 투입변수 및 산출변수의 기초통계량

연도	구분	변수	평균 (Mean)	표준편차 (S.D.)	최소값 (Min.)	최대값 (Max.)
2013	연승어업	톤수(M/T)	407	23	380	488
		연료비(백만 원)	899	94	767	1,076
		선원임금(백만 원)	331	127	127	523
		생산량(M/T)	274	56	171	421
		생산금액(백만 원)	1,443	246	990	1,821
		입어료(백만 원)	47	19	3	81
		수리비(백만 원)	90	79	0	237
	선망어업	톤수(M/T)	1,195	492	606	2,023
		연료비(백만 원)	3,910	488	3,263	5,067
		선원임금(백만 원)	1,676	554	623	2,761
		생산량(M/T)	9,178	2,549	3,990	13,979
		생산금액(백만 원)	20,709	5,797	9,300	32,563
		입어료(백만 원)	1,643	330	711	1,974
		수리비(백만 원)	231	427	0	1,390
	전체	톤수(M/T)	753	509	380	2,023
		연료비(백만 원)	2,221	1,531	767	5,067
		선원임금(백만 원)	921	768	127	2,761
		생산량(M/T)	4,184	4,731	171	13,979
		생산금액(백만 원)	9,901	10,305	990	32,563
		입어료(백만 원)	748	822	3	1,974
		수리비(백만 원)	152	297	0	1,390

2014	연승어업	톤수(M/T)	407	23	380	488
		연료비(백만 원)	855	120	681	1,138
		선원임금(백만 원)	409	87	255	587
		생산량(M/T)	356	63	228	464
		생산금액(백만 원)	1,715	296	1,232	2,351
		입어료(백만 원)	47	16	3	77
	선망어업	수리비(백만 원)	82	88	0	282
		톤수(M/T)	1,195	492	606	2,023
		연료비(백만 원)	3,872	457	2,913	4,786
		선원임금(백만 원)	1,811	497	1,127	3,238
		생산량(M/T)	10,719	2,897	3,670	16,965
		생산금액(백만 원)	18,158	4,896	7,201	29,252
	전체	입어료(백만 원)	2,527	766	219	3,397
		수리비(백만 원)	162	288	7	1,315
		톤수(M/T)	753	509	380	2,023
		연료비(백만 원)	2,180	1,530	681	4,786
		선원임금(백만 원)	1,025	773	255	3,238
		생산량(M/T)	4,905	5,489	228	16,965
2015	연승어업	생산금액(백만 원)	8,934	8,784	1,232	29,252
		입어료(백만 원)	1,136	1,332	3	3,397
		수리비(백만 원)	117	206	0	1,315
		톤수(M/T)	407	23	380	488
		연료비(백만 원)	565	70	430	757
		선원임금(백만 원)	453	172	121	803
	선망어업	생산량(M/T)	389	74	284	554
		생산금액(백만 원)	1,626	203	1,332	1,992
		입어료(백만 원)	44	25	3	90
		수리비(백만 원)	148	117	0	399
		톤수(M/T)	1,195	492	606	2,023
		연료비(백만 원)	2,462	313	1,844	2,996
	전체	선원임금(백만 원)	1,645	456	696	2,610
		생산량(M/T)	10,733	3,116	3,094	15,015
		생산금액(백만 원)	15,295	4,220	5,313	21,464
		입어료(백만 원)	2,961	1,103	267	4,326
		수리비(백만 원)	748	415	66	1,680
		톤수(M/T)	753	509	380	2,023
연승어업	연료비(백만 원)	1,398	965	430	2,996	
	선원임금(백만 원)	976	677	121	2,610	
	생산량(M/T)	4,931	5,533	284	15,015	
	생산금액(백만 원)	7,627	7,339	1,332	21,464	
	입어료(백만 원)	1,325	1,622	3	4,326	
	수리비(백만 원)	412	415	0	1,680	

2016	연승어업	톤수(M/T)	407	23	380	488
		연료비(백만 원)	406	45	275	485
		선원임금(백만 원)	510	156	280	757
		생산량(M/T)	352	62	251	500
		생산금액(백만 원)	1,811	362	1,227	3,083
		입어료(백만 원)	42	20	0	69
	선망어업	수리비(백만 원)	130	96	2	359
		톤수(M/T)	1,195	492	606	2,023
		연료비(백만 원)	1,619	216	1,304	2,132
		선원임금(백만 원)	1,713	350	1,022	2,710
		생산량(M/T)	9,873	2,216	6,784	16,209
		생산금액(백만 원)	17,529	3,662	12,481	26,142
	전체	입어료(백만 원)	3,397	1,142	315	4,781
		수리비(백만 원)	407	568	4	1,884
		톤수(M/T)	753	509	380	2,023
		연료비(백만 원)	939	619	275	2,132
		선원임금(백만 원)	1,038	651	280	2,710
		생산량(M/T)	4,532	4,948	251	16,209
2017	연승어업	생산금액(백만 원)	8,711	8,174	1,227	26,142
		입어료(백만 원)	1,515	1,829	0	4,781
		수리비(백만 원)	251	407	2	1,884
		톤수(M/T)	407	23	380	488
		연료비(백만 원)	403	44	324	476
		선원임금(백만 원)	521	171	289	940
	선망어업	생산량(M/T)	320	60	184	446
		생산금액(백만 원)	1,113	396	664	2,422
		입어료(백만 원)	25	29	0	133
		수리비(백만 원)	151	115	0	387
		톤수(M/T)	1,195	492	606	2,023
		연료비(백만 원)	1,629	325	498	2,093
	전체	선원임금(백만 원)	1,265	457	253	2,464
		생산량(M/T)	8,898	2,285	1,530	11,850
		생산금액(백만 원)	13,541	3,615	2,207	19,755
		입어료(백만 원)	2,501	810	175	3,271
		수리비(백만 원)	525	526	0	2,210
		톤수(M/T)	753	509	380	2,023
연승어업	연료비(백만 원)	942	646	324	2,093	
	선원임금(백만 원)	848	494	253	2,464	
	생산량(M/T)	4,086	4,518	184	11,850	
	생산금액(백만 원)	6,569	6,623	664	19,755	
	입어료(백만 원)	1,112	1,341	0	3,271	
	수리비(백만 원)	315	404	0	2,210	

제2절 분석결과

1. 어업별 생산성 분석

가. 원양연승어업

<표 IV-2>는 2013년부터 2017년까지의 분석기간 동안 원양연승어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화이다. 분석기간 동안 원양연승어업의 MPI는 기하평균이 1.054로 추정되어 평균적으로 5.4% 정도의 생산성 향상이 이루어진 것으로 나타났다. 기술변화지수(TCI)는 기하평균이 1.083으로 추정되어 새로운 경영기법이나 기술혁신과 같이 생산가능곡선의 변화가 야기하는 효율성 향상이 8.3%인 것으로 나타났다. 기술적 효율성지수(TECI)는 0.973으로 2.7% 정도 하락했는데, 구체적으로는 순수 기술적 효율성지수(PECI)가 0.5% 정도 하락하고 규모 효율성지수(SECI)가 2.2% 정도 하락하여 대부분이 효율적이지 못한 규모에서 조업함으로써 비효율을 야기한 것으로 나타났다.

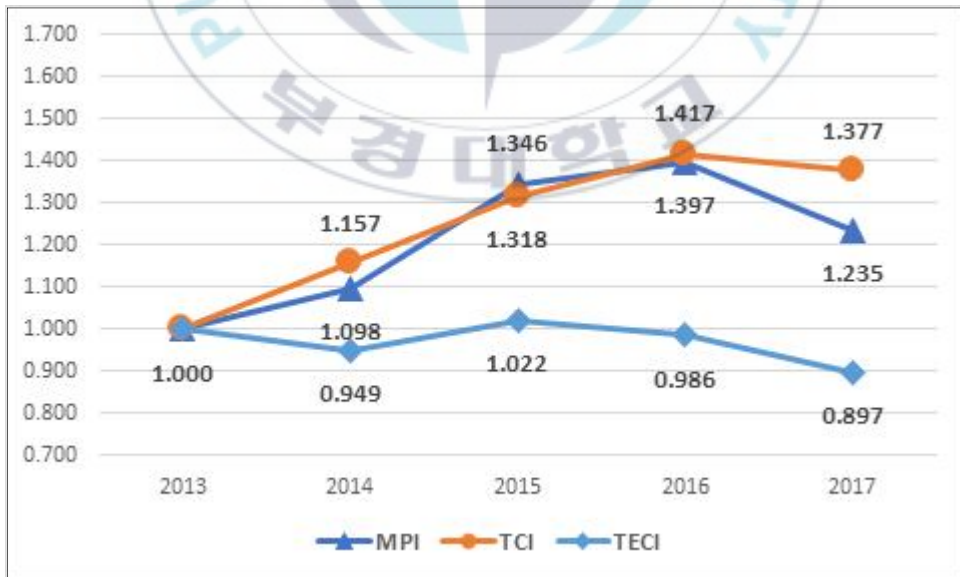
분석기간을 세분해 보면, 원양연승어업의 MPI가 상승한 기간은 2013-2014년, 2014-2015년, 2015-2016년 3개 기간이며, 하락한 기간은 2016-2017년 1개 기간밖에 없다. MPI가 상승한 기간 중, 2013-2014년과 2015-2016년은 기술적 효율성지수(TECI)가 하락한 것으로 나타났다지만, 기술변화지수(TCI)의 상승폭이 더 크게 나타나 MPI의 상승을 견인했다. 2014-2015년은 기술적 효율성지수(TECI)와 기술변화지수(TCI)가 함께 상승하면서 앞의 두 기간보다 MPI의 상승폭이 더 크

게 나타났다. 반면, 2016-2017년은 앞의 기간들에 비해 MPI가 급격히 하락한 것으로 나타났다. 이는 앞선 기간 동안 꾸준히 상승추세를 유지하며 MPI의 상승을 견인하던 기술변화지수(TCI)가 3%가까이 하락한데서 그 요인을 찾을 수 있다.

<표 IV-2> 원양연승어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화

구분	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	기하평균
TCI	1.157	1.139	1.075	0.972	1.083
TECI	0.949	1.076	0.965	0.910	0.973
PECI	0.984	0.997	0.998	1.000	0.995
SECI	0.964	1.080	0.967	0.910	0.978
MPI	1.098	1.226	1.037	0.884	1.054

[그림 IV-1]은 앞선 분석을 통해 도출된 원양연승어업의 평균 생산성 지수 변화에 대한 누적지수 그래프이다. 이는 직관적인 이해를 위해 2013년의 생산성 지수를 1로 두고 세부 지수들의 변화추이를 도식화 하였다.



[그림 IV-1] 원양연승어업의 평균 생산성 누적지수

다음으로 원양연승어업의 어선별 특성을 분석하기 위해 분석기간 동안의 원양연승어선별 평균 생산성지수를 <표 IV-3>에 나타냈다. 분석기간 동안 23개의 DMU들 중 6개의 DMU만 평균 MPI가 1이하의 값으로 추정되어 생산성의 감소를 경험했지만, 나머지 17개의 DMU들은 생산성이 향상되어 전체 원양연승어업의 생산성은 5.4% 정도 개선된 것으로 분석되었다.

DMU별로 살펴보면, 평균 MPI가 가장 높은 DMU는 DMU19였으며, 동시에 DMU19의 기술적 효율성지수(TECI)와 규모 효율성지수(SECI)도 가장 높게 나타났다. 반대로 평균 MPI가 가장 낮은 DMU는 DMU22였으며, 역시 DMU22의 기술적 효율성지수(TECI)와 규모 효율성지수(SECI)가 상대적으로 낮게 추정되었다.

DMU23의 경우에는 평균 기술변화지수(TCI)가 가장 낮게 추정되었는데, 이러한 영향이 반영되어 DMU들 중 평균 MPI가 세 번째로 낮은 것으로 분석되었다. 이로써 기술변화지수(TCI)가 개별어선에 미치는 영향도 상당하다는 것을 확인할 수 있었다.

또한, DMU19와 DMU3의 경우에는 평균 규모 효율성지수(SECI)가 각각 최댓값, 최솟값으로 추정되었는데, 이는 평균 기술적 효율성지수(TECI)에서도 마찬가지로 결과를 가져왔다. 이로써 기술적 효율성지수(TECI)의 많은 부분이 규모 효율성지수(SECI)에 의존한다는 점도 확인할 수 있었다.

<표 IV-3> 원양연승어업의 어선별 평균 생산성지수

DMU	TCI	TECI	PECI	SECI	MPI
DMU1	1.010	0.948	0.994	0.955	0.958
DMU2	1.009	0.845	0.941**	0.897	0.852
DMU3	1.097	0.801**	0.983	0.814**	0.878
DMU4	1.097	0.995	1.000	0.995	1.092
DMU5	1.099	0.972	0.983	0.989	1.068
DMU6	1.093	0.964	1.000	0.964	1.054
DMU7	1.091	1.031	1.000	1.031	1.125
DMU8	1.154*	0.949	0.986	0.963	1.095
DMU9	1.135	0.980	0.985	0.995	1.112
DMU10	1.113	1.062	1.027*	1.034	1.182
DMU11	1.138	1.025	1.000	1.025	1.167
DMU12	1.109	1.011	1.000	1.011	1.121
DMU13	1.119	1.010	1.000	1.010	1.130
DMU14	1.120	0.913	1.000	0.913	1.022
DMU15	1.146	1.026	1.000	1.025	1.175
DMU16	1.100	0.908	0.979	0.927	0.998
DMU17	1.077	0.995	0.993	1.002	1.072
DMU18	1.116	1.040	1.001	1.038	1.161
DMU19	1.092	1.102*	0.999	1.102*	1.204*
DMU20	1.081	1.061	1.000	1.061	1.147
DMU21	1.061	1.006	1.012	0.993	1.067
DMU22	0.947	0.878	0.997	0.880	0.831**
DMU23	0.944**	0.924	0.998	0.926	0.872
기하 평균	1.083	0.973	0.995	0.978	1.054
최댓값	1.154	1.102	1.027	1.102	1.204
최솟값	0.944	0.801	0.941	0.814	0.831

주: *는 최댓값, **는 최솟값을 의미한다.

원양연승어업 생산성지수의 변화를 종합해보면, 2016년 대비 2017년의 생산성은 하락했지만 2013년부터 2016년까지의 생산성이 지속적으로 상승하여, 결과적으로 2013년 대비 2017년의 원양연승어업 생산성 지수는 상승한 것으로 나타났다. 그리고 그 주된 원인은 기술변화지수(TCI)와 규모 효율성지수(SECI)인 것으로 분석되었다. ‘제3차 원양산업발전 종합계획’에서는 태평양 수역의 조업쿼터 감소와 일본 시

장의 획감용 참치 소비가 감소하면서 2013년 대비 2017년의 전 세계 원양연승어선이 152척 감소한 것으로 보고하고 있다. 이러한 상황을 본 연구의 분석결과와 비교해 본다면, 우리나라 원양연승어업은 세계적 연승선 축소 추세에 따라 효율적인 규모에서 안정적인 조업을 할 수 없었지만, 생산 공정과 경영기법의 변화와 같은 타개책을 마련하여 전체 생산성의 상승을 도모한 것이라 분석할 수 있다.

나. 원양선망어업

<표 IV-4>는 2013년부터 2017년까지의 분석기간 동안 원양선망어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화이다. 해당기간 원양선망어업의 MPI는 기하평균이 1.080으로 추정되어 평균 8.0% 정도의 생산성 향상이 이루어진 것으로 나타났다. 구체적으로 기술변화지수(TCI)가 평균 8.0% 상승한 것으로 추정되었고, 기술적 효율성지수(TECI)는 거의 변화가 없었다. 이는 평균 생산성지수 변화의 대부분을 기술변화지수(TCI)가 주도했음을 의미한다.

분석기간을 세분해 보면, 원양선망어업의 MPI가 상승한 기간은 2014-2015년과 2015-2016년 2개 기간이며, 하락한 기간은 2013-2014년과 2016-2017년 2개 기간이다. MPI가 상승한 기간 중, 2014-2015년은 기술변화지수(TCI)가 전년대비 29.5% 상승하여 분석기간 동안 최고 상승폭을 기록했다. 반대로 동기간 기술적 효율성지수(TECI)는 10% 가까이 하락했지만, 최종적인 MPI는 약 16.6% 상승하였다. 2015-2016년의 경우에는 앞의 기간보다 기술변화지수(TCI)의 상승폭이 작았지만, 기술적 효율성지수(TECI)도 함께 상승하여 최종적인 MPI는 30.3%가량 상승하면서 분석기간 동안 최고치를 기록했다. 원

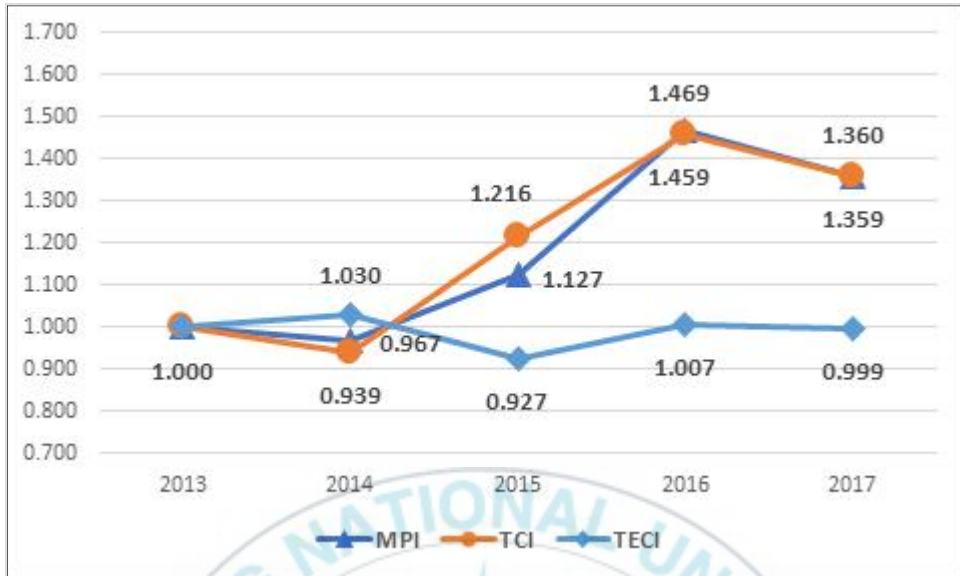
양선망어업의 MPI가 하락한 두 기간 중, 2013-2014년은 규모 효율성 지수(SECI)의 상승이 기술적 효율성지수(TECI)의 상승을 견인했지만 동 기간 기술변화지수(TCI)의 하락으로 인해 최종적인 MPI는 3.3% 가량 하락한 것으로 나타났다. 2016-2017년은 순수 기술적 효율성지수(PECI)가 1.027, 규모 효율성지수(SECI)가 0.967로 추정되어 종합적인 기술적 효율성지수(TECI)의 변화는 0.7%로 비교적 안정적이었다. 그러나 동 기간 기술변화지수(TCI)는 6.8%가량 하락하면서 MPI 또한 7.5%가량 하락했다.

결론적으로 평균 MPI는 동기간 TCI의 변화와 항상 같은 방향으로 움직였다. 이를 통해, 생산 공정과 경영기법 등의 변화가 가져오는 생산가능곡선의 움직임이 원양참치어업에서 얼마나 중요한지를 다시 한번 확인 할 수 있었다.

<표 IV-4> 원양선망어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화

구분	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	기하평균
TCI	0.939	1.295	1.200	0.932	1.080
TECI	1.030	0.900	1.086	0.993	1.000
PECI	0.991	0.960	1.009	1.027	0.997
SECI	1.039	0.938	1.076	0.967	1.003
MPI	0.967	1.166	1.303	0.925	1.080

[그림 IV-2]는 앞선 분석을 통해 도출된 원양선망어업의 평균 생산성 지수 변화에 대한 누적지수 그래프이다. 이 그래프를 통해서도 평균 MPI와 평균 TCI의 움직임이 상당히 유사하다는 점을 확인할 수 있다.



[그림 IV-2] 원양선망어업의 평균 생산성 누적지수

다음은 분석기간 동안의 원양선망어선별 평균 생산성지수를 <표 IV-5>에 나타냈다. 분석기간 동안 18개의 DMU들 중 3개의 DMU만 평균 MPI가 1이하의 값으로 추정되어 생산성이 감소한 것으로 나타났지만, 나머지 15개의 DMU들은 생산성이 향상되어 전체 원양선망어업의 생산성은 8.0% 정도 개선된 것으로 분석되었다.

DMU별로 살펴보면, 평균 MPI가 가장 높은 DMU는 DMU17이었으며, 동시에 DMU17의 기술변화지수(TCI)도 가장 높게 나타났다. 반대로 평균 MPI가 가장 낮은 DMU는 DMU9였으며, DMU9는 기술적 효율성지수(TECI)와 규모 효율성지수(SECI)에서 모두 최하위를 기록했다.

DMU4의 경우에는 규모 효율성지수(SECI)가 가장 높게 나타나면서 기술적 효율성지수(TECI)도 최대값을 기록했다. 이처럼 DMU4와 DMU9를 통해 원양선망어업에서도 규모 효율성지수(SECI)에 의해

기술적 효율성지수(TECI)가 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

원양선망어업의 분석에서도 MPI가 최하위인 DMU와 기술변화지수(TCI)가 최하위인 DMU가 일치하지는 않았다. 그러나 기술변화지수(TCI)가 최하위인 DMU1의 MPI 순위가 두 번째로 낮다는 점을 감안하면, 여전히 기술변화지수(TCI)가 MPI에 미치는 영향이 크다는 점을 확인할 수 있었다.

<표 IV-5> 원양선망어업의 어선별 평균 생산성지수

DMU	TCI	TECI	PECI	SECI	MPI
DMU1	0.993**	0.979	1.000	0.979	0.972
DMU2	1.124	1.029	1.038*	0.992	1.157
DMU3	1.003	1.001	1.001	1.000	1.003
DMU4	1.018	1.180*	1.005	1.174*	1.201
DMU5	1.063	0.959	0.961	0.998	1.019
DMU6	1.104	0.916	0.924**	0.992	1.011
DMU7	1.030	1.018	1.007	1.011	1.049
DMU8	1.018	0.967	0.992	0.975	0.984
DMU9	1.029	0.907**	1.000	0.907**	0.934**
DMU10	1.060	0.991	0.998	0.992	1.051
DMU11	1.060	0.992	0.995	0.997	1.052
DMU12	1.151	0.995	0.993	1.002	1.145
DMU13	1.167	1.018	1.006	1.011	1.187
DMU14	1.157	0.985	0.990	0.995	1.139
DMU15	1.037	1.000	1.000	1.000	1.037
DMU16	1.115	1.043	1.013	1.029	1.163
DMU17	1.183*	1.037	1.017	1.019	1.226*
DMU18	1.160	1.008	1.002	1.006	1.169
기하 평균	1.080	1.000	0.997	1.003	1.080
최댓값	1.183	1.180	1.038	1.174	1.226
최솟값	0.993	0.907	0.924	0.907	0.934

주: *는 최댓값, **는 최솟값을 의미한다.

원양선망어업 생산성지수의 변화를 종합해보면, 2016년 대비 2017년의 생산성은 하락했지만 2014년부터 2016년까지의 생산성이 지속적으로 상승하여, 결과적으로 2013년 대비 2017년의 원양선망어업 생산

성지수는 상승한 것으로 나타났다. 그리고 그 원인으로는 원양연승어업과 마찬가지로 기술변화지수(TCI)와 규모 효율성지수(SECI)가 크게 작용한 것으로 분석된다. ‘제3차 원양산업발전 종합계획’에 따르면 원양선망어업은 2013년에는 태평양, 대서양, 인도양이 주요 어장이었으나, 2017년에는 태평양과 인도양으로 주요 어장을 축소하면서 어선도 1척 감소되었다. 그럼에도 원양선망어업의 생산량과 생산금액은 상승한 것으로 나타났다. 본 연구의 분석결과를 바탕으로 해석하자면, 우리나라 원양선망어업은 어선의 감소가 오히려 적정 어선규모로의 변화를 가져와 규모 효율성을 확보하게 되고, 동시에 조업어장의 변화가 기술변화지수(TCI)의 상승을 야기한 것이라 분석할 수 있다.

다. 원양참치어업 전체

앞선 원양연승어업의 생산성분석과 원양선망어업의 생산성분석으로는 업종 간 비교가 불가능하다. 이는 단일어업의 생산성분석에서는 각 어업의 투입 및 산출 변수를 이용하여 효율변경을 구성하고, 도출된 효율변경을 바탕으로 개별어업의 어선별 생산성 지수가 도출되기 때문이다. 즉, 두 어업의 생산성을 비교하기 위해서는 두 어업의 투입 및 산출 요소를 동시에 이용하여 효율변경을 도출해야한다. <표 IV-6>은 두 어업의 생산성 비교를 위해 41개의 어선을 한 모형에서 동시에 고려한 전체원양참치어업의 평균 생산성 변화를 나타내었다.

해당기간 원양연승어업의 MPI는 기하평균이 0.994로 추정되어 생산성이 하락한 것으로 나타났다. 연승어업의 단일분석에서는 평균 생산성이 상승했지만 전체원양참치어업의 분석에서는 반대의 결과가 도출되었다. 이는 원양선망어업의 생산성이 더 큰 폭으로 향상된 것이

라 분석할 수도 있고, 원양선망어업에 비해 원양연승어업의 생산성이 하락한 것이라 분석할 수도 있다.

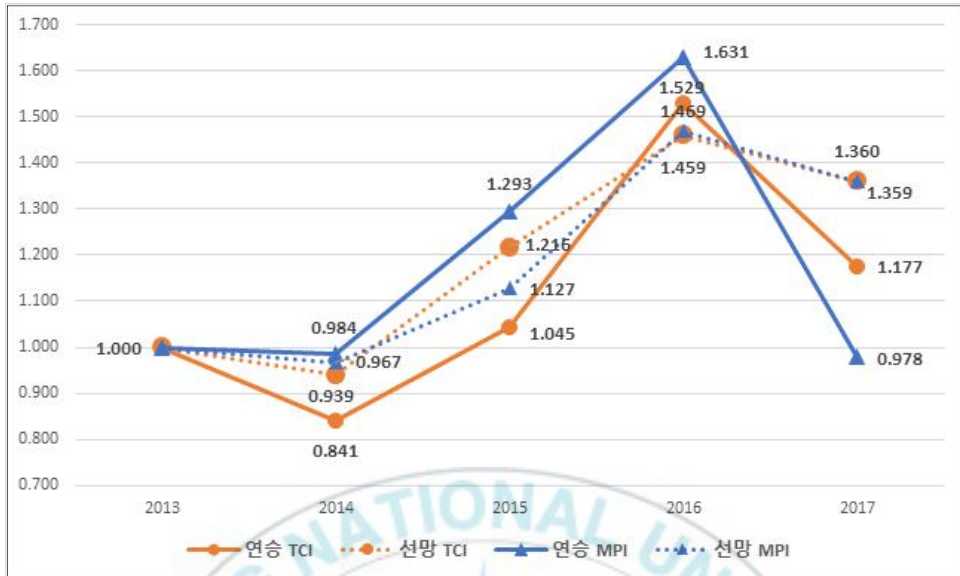
전체원양참치어업의 생산성지수를 살펴보면, 2013-2014년은 감소폭이 적었고 2014년부터 2016년까지는 생산성이 향상되었다. 그러나 2016-2017년의 생산성 감소는 심각한 수준이라 할 수 있다. 원양연승어업의 분석과 원양선망어업의 분석에서도 2016-2017년에는 상당히 생산성이 하락한 것으로 나타났는데 전체원양참치어업의 분석에서는 MPI가 27.5%나 하락하면서 그 변화가 더 뚜렷하게 나타났다. 해당기간의 세부적인 지수변화를 살펴보면, 선망어업의 기술적 효율성지수(TECI)는 0.993을 기록하면서 큰 변동이 없었지만 연승어업의 지수는 0.779를 기록하여 전체원양참치어업의 기술적 효율성지수(TECI)가 13.3%나 하락한 것으로 분석되었다. 앞선 개별분석에서와 마찬가지로 규모 효율성지수의 영향이 크게 작용했음을 알 수 있다. 이는 연승선이 선망선들에 비해 상당히 비효율적인 규모에서 조업하고 있음을 말해준다. 즉, 조업에 있어 적절한 규모의 선택이 생산성 향상을 위해 선결되어야 하는 과제라는 것을 의미한다.

결론적으로 개별어업 분석에서는 원양연승어업의 생산성이 향상된 것으로 나타났지만, 원양선망어업과의 비교에서는 여전히 생산성 개선에 대한 여지가 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 그러한 개선의 방법으로는 조업 규모의 변화를 꼽을 수 있다.

<표 IV-6> 원양참치어업의 시계열별 평균 생산성지수 변화

구분		2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	기하평균
연승 (n=23)	TCI	0.841	1.243	1.464	0.770	1.042
	TECI	1.170	1.058	0.861	0.779	0.955
	PECI	0.985	0.989	0.997	1.004	0.994
	SECI	1.188	1.069	0.864	0.776	0.961
	MPI	0.984	1.314	1.261	0.600	0.994
선망 (n=18)	TCI	0.939	1.295	1.200	0.932	1.080
	TECI	1.030	0.900	1.086	0.993	1.000
	PECI	1.008	0.927	1.053	1.034	1.004
	SECI	1.022	0.971	1.031	0.960	0.995
	MPI	0.967	1.166	1.303	0.925	1.080
전체 (n=41)	TCI	0.883	1.265	1.341	0.837	1.058
	TECI	1.106	0.985	0.954	0.867	0.974
	PECI	0.995	0.962	1.021	1.017	0.998
	SECI	1.112	1.025	0.934	0.852	0.976
	MPI	0.977	1.247	1.279	0.725	1.031

[그림 IV-3]은 앞선 분석을 통해 도출된 원양참치어업의 평균 생산성 지수 변화에 대한 누적지수를 원양연승어업과 원양선망어업의 그래프로 나누어 나타낸 것이다. 전체원양참치어업의 분석에서도 기술 변화지수(TCI)와 MPI가 함께 움직인다는 것을 확인할 수 있다. 또한 점선으로 나타낸 원양선망어업의 TCI가 실선으로 나타낸 원양연승어업의 TCI보다 전반적으로 높게 분포해 있는 것을 확인할 수 있으며, 2017년에는 원양선망어업의 생산성이 모두 원양연승어업보다 높다는 것을 확인할 수 있다.



[그림 IV-3] 원양참치어업의 평균 생산성 누적지수

다음은 분석기간 동안의 원양참치어선별 평균 생산성지수를 <표 IV-7>에 나타냈다. 분석기간 동안 41개의 DMU들 중 11개의 DMU가 평균 MPI가 1이하의 값으로 추정되어 생산성이 감소한 것으로 나타났다으며, 나머지 30개의 DMU들은 생산성이 향상되어 전체 원양참치어업의 생산성은 3.1% 정도 개선된 것으로 분석되었다. 평균 MPI가 1이하인 DMU 중 원양연승어선이 8개로 나타났으며, 나머지 3개의 DMU만 원양선망어선인 것으로 나타나, 어선별 비교에서도 원양선망어선이 보다 생산적인 조업을 하고 있는 것으로 분석되었다.

DMU별로 살펴보면, 평균 MPI가 가장 높은 DMU는 DMU40이었으며, 동시에 DMU40의 기술변화지수(TCI)가 가장 높게 나타났다. 반대로 평균 MPI가 가장 낮은 DMU는 DMU22였으며, DMU22는 기술변화지수(TCI)와 규모 효율성지수(SECI)에서 모두 최하위를 기록했다. 이로써 생산변경을 달리 도출한 전체원양참치어업의 분석에서

도 기술변화지수(TCI)와 규모 효율성지수(SECI)의 중요성을 확인할 수 있었다.

<표 IV-7> 원양참치어업의 어선별 평균 생산성지수

DMU	TCI	TECI	PECI	SECI	MPI
DMU1	1.016	0.809	0.994	0.814	0.822
DMU2	1.007	0.720**	0.942	0.764	0.725
DMU3	1.069	0.843	0.983	0.858	0.902
DMU4	1.021	1.173	1.000	1.173*	1.197
DMU5	1.107	0.914	0.983	0.929	1.011
DMU6	1.058	0.951	1.000	0.951	1.006
DMU7	1.054	1.079	1.000	1.079	1.138
DMU8	1.071	1.002	0.985	1.017	1.073
DMU9	1.053	1.010	0.985	1.026	1.064
DMU10	1.076	1.070	1.017	1.052	1.151
DMU11	1.055	1.087	0.999	1.088	1.146
DMU12	1.018	1.042	1.000	1.042	1.061
DMU13	1.091	1.065	1.000	1.065	1.161
DMU14	1.028	0.878	1.000	0.878	0.903
DMU15	1.058	1.074	1.000	1.073	1.136
DMU16	1.013	0.895	0.983	0.910	0.907
DMU17	0.994	0.954	0.982	0.971	0.948
DMU18	1.085	1.035	1.001	1.034	1.123
DMU19	1.071	0.989	0.999	0.990	1.059
DMU20	1.038	1.052	1.000	1.051	1.092
DMU21	1.043	0.982	1.008	0.974	1.025
DMU22	0.973**	0.733	0.997	0.735**	0.713**
DMU23	0.974	0.781	0.998	0.783	0.761
DMU24	0.993	0.979	0.997	0.983	0.972
DMU25	1.124	1.029	1.038	0.992	1.157
DMU26	1.003	1.001	1.004	0.997	1.003
DMU27	1.018	1.180*	1.082*	1.091	1.201
DMU28	1.063	0.959	0.968	0.991	1.019
DMU29	1.104	0.916	0.922**	0.994	1.011
DMU30	1.030	1.018	1.010	1.008	1.049
DMU31	1.018	0.967	0.989	0.978	0.984
DMU32	1.029	0.907	1.024	0.886	0.934
DMU33	1.060	0.991	0.999	0.992	1.051
DMU34	1.060	0.992	0.995	0.997	1.052
DMU35	1.151	0.995	1.001	0.993	1.145

DMU36	1.167	1.018	1.006	1.011	1.187
DMU37	1.157	0.985	0.990	0.995	1.139
DMU38	1.037	1.000	1.000	1.000	1.037
DMU39	1.115	1.043	1.036	1.007	1.163
DMU40	1.183*	1.037	1.028	1.008	1.226*
DMU41	1.160	1.008	1.002	1.006	1.169
기하 평균	1.058	0.974	0.998	0.976	1.031
최댓값	1.183	1.180	1.082	1.173	1.226
최솟값	0.973	0.720	0.922	0.735	0.713

주: *는 최댓값, **는 최솟값을 의미한다.

원양참치어업의 분석을 앞선 개별어업의 분석들과 비교해보면, 원양연승어업에서 가장 낮은 MPI를 기록했던 DMU22가 전체원양참치어업 분석에서도 가장 생산성이 낮게 나타났다. 반대로 원양선망어업에서 가장 생산성이 높았던 DMU40⁸⁾의 경우에는 전체원양참치어업에서도 가장 높은 생산성을 기록했다. 그리고 DMU4의 경우, 연승어업 단일분석에서는 평범한 생산성지수를 기록했지만, 전체원양참치어업의 분석에서는 규모 효율성지수(SECI)가 가장 높게 도출되었다. 앞선 분석에서 원양연승어업 전체의 생산성 향상을 위해서는 규모의 개선이 필요하다고 했었는데, 원양연승어선들이 규모의 경계를 도모하는데 있어 DMU4는 좋은 벤치마킹 대상이 될 것으로 판단된다.

지금까지의 분석을 통해 추정된 업종별 평균 생산성지수들이 통계적으로도 유의한 차이가 있는지를 판단하기 위해 비모수 검정인 Mann-Whitney검정과 평균 차 t검정을 실시했다. 각 검정의 결과는 <표 IV-8>과 <표 IV-9>에 나타났다.

모든 분석기간을 대상으로 어업별 생산성지수의 차이를 분석한 결과, Mann-Whitney검정 결과는 2013-2014년, 2015-2016년, 2016-2017

8) 전체원양참치어업 분석에서 DMU1~23은 원양연승어선, DMU24~41은 원양선망어선으로 분류했기 때문에, 원양선망어업 단일분석에서의 DMU17이 전체원양참치어업 분석에서 DMU40에 해당한다.

년의 기간에서 두 어업 사이의 기술변화지수(TCI) 평균 차이가 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 분석되었다. 한편, 평균 차 t검정에서는 2013-2014년, 2015-2016년, 2016-2017년의 기간에는 동일한 분석결과가 도출되었으며, 추가적으로 2014-2015년의 기술변화지수(TCI)도 두 어업 사이에 평균차이가 5%의 유의수준에서 유의한 것으로 분석되었다.

그리고 Mann-Whitney검정 결과는 2013-2014년, 2015-2016년, 2016-2017년의 기간에서 두 어업 사이의 규모 효율성지수(SECI) 평균 차이가 각각 5%, 5%, 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 분석되었다. 반면, 평균 차 t검정에서는 2013-2014년의 기간에서만 두 어업 사이의 규모 효율성지수(SECI) 평균 차이가 5%의 유의수준에서 유의한 것으로 분석되었다.

앞선 분석에서 MPI의 변동에 가장 큰 영향을 주는 것으로 분석되었던 기술변화지수(TCI)는 대부분의 기간에서 업종 간 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 비모수 검정에서는 규모 효율성지수(SECI) 또한 업종 간 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다. 이를 통해 개별어업의 생산성 향상을 위해서는 어선의 조업규모 개선과 함께 생산변경을 변화시킬 수 있는 노력이 필요하다는 점을 통계적인 결과를 바탕으로 확인할 수 있다.

<표 IV-8> Mann-Whitney검정에 따른 어업별 생산성지수 차이 검정

기간	구분	TCI	TECI	PECI	SECI	MPI
2013 - 2014	Mann-Whitney의 U	63	134	182	120	184
	Wilcoxon의 W	339	305	458	291	355
	Z-value	-3.783	-1.918	-0.662	-2.286	-0.604
	유의확률(양측)	0.000***	0.055*	0.508	0.022**	0.546
2014 - 2015	Mann-Whitney의 U	148	148	148	149	173
	Wilcoxon의 W	424	319	319	320	344
	Z-value	-1.550	-1.550	-1.569	-1.524	-0.906
	유의확률(양측)	0.121	0.121	0.117	0.128	0.365
2015 - 2016	Mann-Whitney의 U	59	120	189	118	199
	Wilcoxon의 W	230	396	465	394	370
	Z-value	-3.888	-2.286	-0.474	-2.338	-0.210
	유의확률(양측)	0.000***	0.022**	0.635	0.019**	0.834
2016 - 2017	Mann-Whitney의 U	29	98	205	71	51
	Wilcoxon의 W	305	374	376	347	327
	Z-value	-4.676	-2.863	-0.066	-3.573	-4.098
	유의확률(양측)	0.000***	0.004***	0.948	0.000***	0.000***
평균	Mann-Whitney의 U	139	189	137	196	149
	Wilcoxon의 W	415	465	413	472	425
	Z-value	-1.786	-0.473	-1.842	-0.289	-1.524
	유의확률(양측)	0.074*	0.636	0.066*	0.773	0.128

주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10%의 유의수준에서 유의하다는 것을 의미한다.

<표 IV-9> 평균 차 t검정에 따른 어업별 생산성지수 차이 검정

기간	구분	TCI	TECI	PECI	SECI	MPI
2013 - 2014	평균차이	-0.101	0.252	-0.024	0.268	0.113
	차이의 표준오차	0.019	0.136	0.020	0.126	0.116
	t-값	-5.303	1.859	-1.170	2.128	0.973
	유의확률(양측)	0.000***	0.071*	0.252	0.040**	0.336
2014 - 2015	평균차이	-0.056	0.243	0.057	0.184	0.249
	차이의 표준오차	0.022	0.126	0.022	0.119	0.158
	t-값	-2.574	1.932	2.644	1.550	1.570
	유의확률(양측)	0.014**	0.061*	0.012**	0.129	0.125
2015 - 2016	평균차이	0.265	-0.226	-0.080	-0.127	-0.022
	차이의 표준오차	0.052	0.124	0.050	0.083	0.168
	t-값	5.096	-1.819	-1.605	-1.526	-0.129
	유의확률(양측)	0.000***	0.078*	0.116	0.135	0.898
2016 - 2017	평균차이	-0.165	-0.175	-0.042	-0.139	-0.305
	차이의 표준오차	0.025	0.097	0.035	0.088	0.080
	t-값	-6.481	-1.803	-1.186	-1.573	-3.817
	유의확률(양측)	0.000***	0.080*	0.243	0.124	0.000***
기하평균	평균차이	-0.039	-0.039	-0.011	-0.028	-0.078
	차이의 표준오차	0.016	0.031	0.008	0.029	0.039
	t-값	-2.516	-1.240	-1.473	-0.990	-1.995
	유의확률(양측)	0.016**	0.222	0.149	0.328	0.053*

주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10%의 유의수준에서 유의하다는 것을 의미한다.

2. 생산성 결정요인 분석

본 연구에 이용되는 자료가 패널자료이기 때문에 지금까지의 분석을 통해 도출된 생산성지수(MPI, TCI, TECI, PEGI, SECI)를 종속변

수로 두고, Malmquist분석에서 투입·산출변수로 이용되지 않은 변수를 독립변수로써 이용하여 생산성지수에 유의한 영향을 미치는 제3의 변수를 분석하고자 한다. 제3의 변수 즉, 생산성 결정요인 변수로는 입어료, 수리비, 업종의 더미변수, 해역의 더미변수를 이용하였다. 이때 해역은 태평양 중서부 해역을 기준으로 태평양 중동부 해역과 기타해역에 대해 분석하였다.

그리고 Malmquist분석결과는 양년도 간의 비교를 통한 결과를 도출해준다. 따라서 다년도 간의 분석에서 연도별 이행성을 충족시키기 위해 생산성지수의 누적지수를 종속변수로 이용하여 분석모형을 설계하였다. 또한 분석 설계의 공통적인 문제로써 업종은 시간불변 변수이기 때문에 고정효과모형과 개별어업 분석에서는 그 결과가 도출되지 않았다. 선망어업 분석에서는 태평양 중서부와 기타해역으로만 나누어지기 때문에 태평양 중동부에 대한 분석결과 또한 도출되지 않았다.

가. MPI 결정요인 분석

<표 IV-10>은 각 어업과 전체원양참치어업에 대한 MPI결정요인 함수의 고정효과모형, 확률효과모형 분석결과를 나타냈다. 먼저 고정효과가 존재하는지에 대한 u_i 검정 결과를 보면 연승, 선망, 전체원양참치어업 각각 1%, 5%, 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 GLS모형이 아닌 고정효과모형에서의 분석이 유의한 것으로 나타났다.

고정효과모형은 연승, 선망, 전체원양참치 어업의 추정모형이 모두 5%의 유의수준에서 유의하게 추정되었다. 연승의 경우, 수리비와 해

역이 MPI에 영향을 주는 유의한 결정요인으로 분석되었다. 선망의 경우, 입어료만 MPI에 영향을 주는 유의한 결정요인으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 경우, 입어료와 해역이 MPI에 영향을 주는 유의한 결정요인으로 분석되었다.

전체원양참치어업에서는 입어료가 1% 상승하면 MPI가 0.002단위 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 두 가지의 해석이 가능하다. 먼저, 높은 입어료를 지불하는 어선들은 이를 만회하기 위해 조업강도를 높이기 때문에 생산성이 높게 나타나는 것으로 분석할 수도 있고, 다른 측면에서는 높은 입어료를 요구하는 어장은 그 만큼 자원량이 풍부하여 생산성이 높게 나타나는 것이라 해석할 수 있다. 다음은 해역에 대한 분석결과로, 태평양 중서부 해역에서 조업하는 어선이 기타해역에서 조업하는 어선에 비해 평균적인 MPI가 0.006단위 높게 나타났다.

확률효과모형은 연승어업에서의 추정모형이 5% 유의수준에서 유의하게 나타났고, 선망어업에서는 추정모형이 유의하지 않았으며, 전체원양참치어업에서는 1%의 유의수준에서 유의하게 나타났다. 연승의 경우, 입어료와 해역이 MPI에 유의한 영향을 미치는 결정요인으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 경우, 입어료와 업종, 해역이 유의한 결정요인으로 분석되었다.

전체원양참치어업에서는 입어료가 1% 상승하면 MPI가 0.002단위 증가하는 것으로 분석되었고, 업종에 따라서는 연승어업이 선망어업에 비해 MPI가 평균적으로 0.01단위 낮게 추정되었다. 그리고 태평양 중서부 해역에서 조업하는 어선들은 태평양 중동부 해역에서 조업하는 어선들에 비해 평균적인 MPI가 0.002단위 높게 나타났으며, 기타해역과 비교해서는 0.006단위 높게 추정되었다.

<표 IV-10> 어업별 MPI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과

MPI	연승		선망		전체		
	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	
Constant	0.5435 (0.62)	-0.0890 (-0.11)	-4.9046** (-2.13)	-3.2617 (-1.60)	-0.8688 (-1.13)	-0.5943 (-0.98)	
lnfee	0.1354 (1.61)	0.1858** (2.43)	0.4144** (2.61)	0.3106** (2.21)	0.2054*** (3.23)	0.2155*** (3.73)	
lnrepair	-0.0612* (-1.86)	-0.0517 (-1.63)	-0.0034 (-0.12)	-0.0129 (-0.44)	-0.0359 (-1.58)	-0.0329 (-1.51)	
type	-	-	-	-	-	-0.9898*** (-3.58)	
w a t e r s	2	0.1130 (0.80)	0.1643 (1.21)	-	-	0.1429 (1.18)	0.1874* (1.64)
	3	1.0910*** (2.81)	0.7465** (2.42)	0.6406 (1.57)	0.8931** (2.24)	0.5560** (2.41)	0.5541*** (2.79)
F (Prob.)	3.11** (0.0220)	Wald Chi ²	2.93** (0.0425)	Wald Chi ²	3.41** (0.0114)	Wald Chi ²	
u_i test (Prob.)	3.76*** (0.0000)	11.67** (0.0200)	2.21** (0.0155)	5.32 (0.1500)	3.76*** (0.0000)	18.33*** (0.0026)	

<표 IV-11>은 어업별로 MPI결정요인 함수의 Hausman검정 결과를 나타냈다. 선망어업은 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형이 선택되었고, 연승어업과 전체원양참치어업은 확률효과모형이 적합한 것으로 분석되었다. 이는 자료의 특성을 반영하는 중요한 결과로 볼 수 있다. 일반적으로 모수에 가까운 자료를 이용하면 고정효과모형이 적합하고, 표본에 가까운 자료를 이용하면 확률효과모형이 적합하다.

본 연구에서 연승어업은 90여 개의 자료 중 체계적 표본추출을 통해 분석대상을 선정하였고, 선망어업은 분석대상 기간 동안 결측치가 없는 자료만을 제외한 모든 어선을 분석대상으로 선정하였다. 때문에

선망어업은 고정효과모형, 연승어업과 전체원양참치어업은 확률효과모형이 적합하다는 Hausman검정 결과는 이론적 배경에 근거한 결과와도 동일하다는 점을 확인할 수 있다.

<표 IV-11> 어업별 MPI결정요인 Hausman검정 결과

Hausman	연승	선망	전체
Stat.	4.66	16.18***	2.05
(Prob.)	(0.3245)	(0.0010)	(0.7274)

나. TCI 결정요인 분석

<표 IV-12>는 각 어업과 전체원양참치어업에 대한 TCI결정요인 함수의 고정효과모형, 확률효과모형 분석결과를 나타냈다. 먼저 고정효과가 존재하는지에 대한 u_i 검정 결과를 보면 선망어업에서만 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형에서의 분석이 유의한 것으로 나타났다. 연승어업과 전체원양참치어업의 분석에서는 u_i 가 0인 것으로 추정되어 TCI에 대한 어선별 특성이 뚜렷하게 나타나지 않는다는 것을 의미한다.

고정효과모형은 선망어업의 추정모형이 1% 유의수준에서 유의하게 추정되었다. 분석결과, 선망어업에서는 입어료와 해역이 TCI에 영향을 주는 유의한 결정요인으로 분석되었다.

선망어업에서는 입어료가 1% 상승하면 TCI가 0.004단위 증가하는 것으로 나타났는데, 이 또한 앞서의 MPI결정요인 분석결과와 마찬가지로 높은 입어료가 생산성지수에 긍정적으로 작용한다는 결과를 말해준다. 다음은 해역에 대한 분석결과로, 태평양 중서부 해역의 선망

어선이 기타해역에서 조업하는 선망어선에 비해 평균적인 TCI가 0.01단위 높게 나타나, 태평양 중서부 해역이 원양참치어업에 있어 중요한 해역임을 다시 확인할 수 있었다.

확률효과모형에서도 마찬가지로의 결과로 선망어업의 추정모형만 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 개별변수의 유의성에 대한 분석결과 역시 입어료와 해역이 유의한 결정요인으로 분석되었다.

확률효과모형에서도 선망어업에서의 입어료가 1% 상승하면 TCI가 0.004단위 증가하고, 태평양 중서부 해역에서 조업하는 어선들이 기타 해역에서 조업하는 어선들에 비해 평균적인 TCI가 0.01단위 높은 것으로 나타났다.

<표 IV-12> 어업별 TCI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과

MPI	연승		선망		전체		
	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	
Constant	1.2453** (2.15)	1.1056*** (2.77)	-5.2441*** (-3.28)	-5.1404*** (-3.49)	0.7775 (1.49)	0.7282** (2.00)	
lnfee	-0.0383 (-0.68)	-0.0242 (-0.63)	0.4090*** (3.70)	0.4090*** (4.01)	0.0018 (0.04)	0.0119 (0.34)	
lnrepair	0.0276 (1.26)	0.0267 (1.51)	0.0283 (1.48)	0.0197 (1.02)	0.0330** (2.15)	0.0262* (1.86)	
type	-	-	-	-	-	-0.0029 (-0.02)	
waters	2	0.0257 (0.27)	0.0516 (0.69)	-	-	0.0428 (0.52)	0.0686 (0.95)
	3	0.1529 (0.59)	0.0796 (0.61)	0.9933*** (3.49)	1.0492*** (3.79)	0.1072 (0.69)	0.1089 (0.96)
F (Prob.)	0.62 (0.6466)	Wald Chi ²	7.23*** (0.0004)	Wald Chi ²	1.57 (0.1886)	Wald Chi ²	
u _i test (Prob.)	0.41 (0.9881)	3.77 (0.4377)	3.52*** (0.0003)	21.86*** (0.0001)	1.21 (0.2201)	7.29 (0.1998)	

<표 IV-13>은 어업별로 TCI결정요인 함수의 Hausman검정 결과를 나타냈다. 선망어업은 10%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형이 선택되었다. 연승어업과 전체원양참치어업은 확률효과모형이 적합한 것으로 분석되었고, 이 역시 분석자료의 특성을 잘 나타내는 결과라 할 수 있다.

<표 IV-13> 어업별 TCI결정요인 Hausman 검정 결과

Hausman	연승	선망	전체
Stat.	0.34	7.76*	1.90
(Prob.)	(0.9868)	(0.0513)	(0.7535)

다. TECI 결정요인 분석

<표 IV-14>은 각 어업과 전체원양참치어업에 대한 TECI결정요인 함수의 고정효과모형, 확률효과모형 분석결과를 나타냈다. 먼저 고정효과가 존재하는지에 대한 u_i 검정 결과를 보면 연승, 선망, 전체원양참치어업 모두 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형에서의 분석이 유의한 것으로 나타났다.

추정된 고정효과모형의 유의성은 연승, 선망, 전체원양참치어업이 모두 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 연승의 경우에는 입어료, 수리비, 해역이 모두 TECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 선망의 경우에는 개별변수들의 유의성이 나타나지 않았다. 전체원양참치어업의 경우에는 입어료, 수리비, 해역이 모두 TECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다.

전체원양참치어업에서는 입어료가 1% 상승하면 TECI가 0.002단위 증가하는 것으로 나타났고, 수리비가 1% 상승하면 TECI가 0.001단위

감소하는 것으로 분석되었다. 해역은 MPI, TCI 결정요인분석에서와 마찬가지로 태평양 중서부 해역의 어선들이 태평양 중동부 해역의 어선과 기타해역의 어선들에 비해 평균적인 TECI가 각 0.001단위, 0.003단위가량 높은 것으로 나타났다.

확률효과모형은 연승어업에서의 추정모형이 1%의 유의수준에서 유의하게 나타났고, 선망어업에서는 추정모형이 유의하지 않았으며, 전체원양참치어업에서도 1%의 유의수준에서 유의하게 나타났다. 연승의 경우, 입어료, 수리비, 해역이 TECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 경우, 입어료와 수리비, 업종, 해역이 모두 유의한 결정요인으로 분석되었다.

확률효과모형의 결과 중 전체원양참치어업을 살펴보면, 입어료가 1% 상승하면 TECI가 0.002단위 증가하는 것으로 분석되었고, 수리비가 1% 상승하면 TECI가 0.001단위 감소하는 것으로 나타났다. 업종에 따라서는 연승어업이 선망어업에 비해 TECI가 평균적으로 0.008단위 낮게 추정되어 MPI의 차이 중 많은 부분을 차지하는 것으로 분석되었다. 그리고 태평양 중서부 해역에서 조업하는 어선들은 태평양 중동부 해역에서 조업하는 어선들에 비해 평균적인 TECI가 0.001단위 높게 나타났으며, 기타해역과 비교해서는 0.003단위 높게 추정되었다.

<표 IV-14> 어업별 TECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과

MPI	연승		선망		전체		
	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	
Constant	0.4920 (0.86)	0.1033 (0.19)	1.0484 (0.82)	2.1151* (1.80)	-0.3233 (-0.66)	-0.0740 (-0.19)	
lnfee	0.1474*** (2.68)	0.1767*** (3.47)	0.0184 (0.21)	-0.0598 (-0.74)	0.1707*** (4.22)	0.1757*** (4.66)	
lnrepair	-0.0842*** (-3.92)	-0.0777*** (-3.73)	-0.0235 (-1.54)	-0.0162 (-1.02)	-0.0627*** (-4.34)	-0.0590*** (-4.20)	
type	-	-	-	-	-	-0.8087*** (-4.32)	
waters	2	0.1227 (1.33)	0.1441 (1.62)	-	-	0.1354* (1.76)	0.1489** (2.02)
	3	0.7127*** (2.82)	0.5448*** (2.59)	-0.3315 (-1.46)	-0.2739 (-1.23)	0.3022** (2.05)	0.3312** (2.52)
F (Prob.)	6.31*** (0.0003)	Wald Chi ²	4.27*** (0.0092)	Wald Chi ²	7.70*** (0.0000)	Wald Chi ²	
u _i test (Prob.)	4.82*** (0.0000)	25.30*** (0.0000)	2.87*** (0.0019)	3.96 (0.2659)	5.34*** (0.0000)	36.19*** (0.0000)	

<표 IV-15>는 어업별로 TECI결정요인 함수의 Hausman검정 결과를 나타냈다. 선망어업은 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형이 선택되었고, 연승어업과 전체원양참치어업은 확률효과모형이 적합한 것으로 분석되었다.

<표 IV-15> 어업별 TECI결정요인 Hausman 검정 결과

Hausman	연승	선망	전체
Stat. (Prob.)	4.47 (0.3456)	11.62*** (0.0088)	3.01 (0.5558)

라. PECI 결정요인 분석

<표 IV-16>은 각 어업과 전체원양참치어업에 대한 PECI결정요인 함수의 고정효과모형, 확률효과모형 분석결과를 나타냈다. 먼저 고정효과가 존재하는지에 대한 u_i 검정 결과를 보면 연승과 전체원양참치어업은 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하였고, 선망은 10%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형에서의 분석이 유의한 것으로 나타났다.

추정된 고정효과모형의 유의성은 연승어업에서만 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 연승의 경우에는 입어료, 수리비, 해역이 모두 PECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 선망어업과 전체원양참치어업의 경우에는 PECI 결정요인 함수의 추정모형이 유의하지 않은 것으로 분석되었다.

연승어업에서는 입어료가 1% 상승하면 PECI가 0.00007단위 증가하는 것으로 나타났고, 수리비가 1% 상승하면 PECI가 0.00005단위 감소하는 것으로 분석되었다. 그리고 해역에서는 태평양 중서부 해역의 어선들이 기타해역의 어선들에 비해 평균적인 PECI가 0.0003단위 높게 나타났다. 연승어업의 PECI 결정요인 함수에서는 모든 변수가 유의하게 나타났지만, 계수의 절대 값이 작게 추정되어 연승어선들 간의 PECI차이는 크지 않은 것으로 분석되었다.

확률효과모형도 연승어업에서의 추정모형만 1%의 유의수준에서 유의하게 나타났고, 선망어업과 전체원양참치어업에서는 추정모형이 유의하지 않게 나타났다. 연승어업의 확률효과모형에서는 입어료, 수리비, 해역이 PECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다.

연승어업의 확률효과모형 결과는 입어료가 1% 상승하면 PECI가

0.00007단위 증가하는 것으로 분석되었고, 수리비가 1% 상승하면 PECI가 0.00005단위 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 태평양 중서부 해역에서 조업하는 어선들은 기타 해역에서 조업하는 어선들에 비해 평균적인 PECI가 0.0003단위 높게 나타났다.

PECI결정요인 함수 분석결과, 유의적인 변수들이 존재하긴 했으나 계수의 절댓값이 작게 추정되었다. 이는 TECI 변화의 대부분은 SECI의 변화에 의존한다고 유추해 볼 수 있다.

<표 IV-16> 어업별 PECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과

MPI	연승		선망		전체	
	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과
Constant	0.9619*** (26.28)	0.9520*** (25.91)	1.0150 (1.22)	1.6259** (2.33)	0.9121*** (6.60)	0.9770*** (9.33)
lnfee	0.0067* (1.90)	0.0074** (2.16)	0.0145 (0.25)	-0.0291 (-0.60)	0.0152 (1.33)	0.0095 (0.95)
lnrepair	-0.0049*** (-3.54)	-0.0048*** (-3.55)	-0.0191* (-1.93)	-0.0162* (-1.67)	-0.0098** (-2.42)	-0.0089** (-2.31)
type	-	-	-	-	-	-0.0175 (-0.38)
waters	2	-0.0031 (-0.52)	-0.0026 (-0.45)	-	-0.0035 (-0.16)	-0.0033 (-0.16)
	3	0.0329** (2.02)	0.0275* (1.81)	-0.0544 (-0.37)	-0.0478 (-0.36)	-0.0109 (-0.26)
F (Prob.)	4.07*** (0.0057)	Wald Chi ²	1.77 (0.1655)	Wald Chi ²	1.84 (0.1253)	Wald Chi ²
u _i test (Prob.)	18.12*** (0.0000)	16.21*** (0.0027)	1.66* (0.0850)	4.12 (0.2486)	2.26*** (0.0004)	6.01 (0.3055)

<표 IV-17>은 어업별로 PECI결정요인 함수의 Hausman검정 결과를 나타냈다. 연승어업, 선망어업, 전체원양참치어업은 모두 확률효과

모형이 적합한 것으로 분석되었다. 그러나 선망어업과 전체원양참치어업에서의 고정 및 확률효과모형이 유의하지 않은 모형으로 추정되었기 때문에 연승어업에서의 확률효과모형 분석결과를 중심으로 의미를 해석하는 것이 바람직하다.

<표 IV-17> 어업별 PECI결정요인 Hausman 검정 결과

Hausman	연승	선망	전체
Stat.	1.01	5.22	2.36
(Prob.)	(0.9083)	(0.1566)	(0.6697)

마. SECI 결정요인 분석

<표 IV-18>은 각 어업과 전체원양참치어업에 대한 SEI결정요인 함수의 고정효과모형, 확률효과모형 분석결과를 나타냈다. 먼저 고정효과가 존재하는지에 대한 u_i 검정 결과를 보면 연승, 선망, 전체원양참치어업 모두 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형에서의 분석이 유의한 것으로 나타났다.

추정된 고정효과모형의 유의성은 연승, 선망, 전체원양참치어업이 모두 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 연승의 경우에는 입어료, 수리비, 해역이 모두 SECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 선망의 경우에는 해역만 SECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 경우에는 입어료, 수리비, 해역이 모두 SECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다.

연승어업에서는 입어료가 1%상승하면 SECI가 0.001단위 증가하는

것으로 나타났고, 수리비가 1% 상승하면 SECI가 0.0008단위 감소하는 것으로 분석되었다. 해역은 태평양 중서부 해역의 연승선이 기타 해역의 연승선에 비해 평균적으로 0.007단위 높은 SECI를 보였다. 전체원양참치어업에서는 입어료가 1% 상승하면 SECI가 0.0015단위 증가하는 것으로 나타났고, 수리비가 1% 상승하면 SECI가 0.0005단위 감소하는 것으로 분석되었다. 해역은 태평양 중서부 해역의 어선들이 태평양 중동부 해역의 어선들보다 평균적인 SECI가 0.0013단위 높게 나타났고, 기타해역의 어선들에 비해서는 평균적인 SECI가 0.0035단위 높게 나타났다.

확률효과모형은 연승어업과 전체원양참치어업에서의 추정모형이 1%의 유의수준에서 유의하게 나타났고, 선망어업에서는 추정모형이 5%의 유의수준에서 유의하게 분석되었다. 연승의 경우, 입어료, 수리비, 해역이 SECI에 유의한 영향을 주는 결정요인으로 분석되었다. 선망어업에서는 해역만 SECI에 유의한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 경우, 입어료와 수리비, 업종, 해역이 모두 유의한 결정요인으로 분석되었다.

확률효과모형의 결과 중 전체원양참치어업을 살펴보면, 입어료가 1% 상승하면 SECI가 0.0016단위 증가하는 것으로 분석되었고, 수리비가 1% 상승하면 SECI가 0.0005단위 감소하는 것으로 나타났다. 업종에 따라서는 연승어업이 선망어업에 비해 SECI가 평균적으로 0.0077단위 낮게 추정되어 TECI의 차이 중 많은 부분을 SECI가 차지하는 것으로 분석되었다. 그리고 태평양 중서부 해역의 어선들은 태평양 중동부 해역의 어선들에 비해 평균적인 SECI가 0.0014단위 높게 나타났으며, 기타해역과 비교해서는 0.0035단위 높게 추정되었다.

<표 IV-18> 어업별 SECI결정요인 함수 FEM, REM 분석 결과

MPI	연승		선망		전체		
	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	고정효과	확률효과	
Constant	0.5121 (0.95)	0.1478 (0.29)	1.0971** (2.18)	1.3740*** (2.83)	-0.2022 (-0.47)	-0.0135 (-0.04)	
lnfee	0.1417*** (2.72)	0.1689*** (3.52)	0.0001 (0.00)	-0.0209 (-0.62)	0.1527*** (4.30)	0.1620*** (4.88)	
lnrepair	-0.0790*** (-3.89)	-0.0727*** (-3.69)	-0.0058 (-0.96)	-0.0032 (-0.50)	-0.0533*** (-4.20)	-0.0502*** (-4.07)	
type	-	-	-	-	-	-0.7740*** (-4.68)	
waters	2	0.1150 (1.32)	0.1351 (1.61)	-	-	0.1270* (1.88)	0.1405** (2.16)
	3	0.6798*** (2.84)	0.5260*** (2.65)	-0.2191** (-2.45)	-0.1808** (-1.98)	0.3472*** (2.69)	0.3495*** (3.02)
F (Prob.)	6.33*** (0.0003)	Wald Chi ²	7.85*** (0.0002)	Wald Chi ²	7.91*** (0.0000)	Wald Chi ²	
u _i test (Prob.)	4.68*** (0.0000)	25.50*** (0.0000)	4.03*** (0.0001)	10.01** (0.0185)	5.78*** (0.0000)	39.26*** (0.0000)	

<표 IV-19>는 어업별로 SECI결정요인 함수의 Hausman검정 결과를 나타냈다. 선망어업은 1%의 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 고정효과모형이 선택되었고, 연승어업과 전체원양참치어업은 확률효과모형이 적합한 것으로 분석되었다.

<표 IV-19> 어업별 SECI결정요인 Hausman 검정 결과

Hausman	연승	선망	전체
Stat. (Prob.)	4.32 (0.3647)	12.78*** (0.0051)	3.27 (0.5134)

V. 결론

본 연구는 Malmquist분석과 고정효과모형·확률효과모형을 이용하여 2013년부터 2017년까지 5년간 원양참치어업의 생산성을 분석하고 생산성의 결정요인을 분석하였다. Malmquist분석을 통한 생산성분석에서 투입변수로는 어선 톤수, 연료비, 선원임금을 이용하였으며, 산출변수로는 생산량과 생산금액을 이용했다. 패널분석을 통한 생산성 결정요인 함수에서의 독립변수는 입어료, 수리비, 업종과 해역의 더미 변수를 선택하여 분석에 이용하였다.

분석결과, 원양연승어업의 단일 생산성지수 분석에서는 2013년부터 2017년까지 MPI가 연평균 5.4%씩 상승한 것으로 분석되었다. 그중에서 평균 MPI가 가장 높은 DMU는 DMU19로 나타났고, 평균 MPI가 가장 낮은 DMU는 DMU22로 나타났다. 이들 DMU는 평균 MPI와 동시에 평균 TCI도 상당히 높거나 낮게 추정되어 생산성에서 TCI가 차지하는 중요성을 확인할 수 있었다.

원양선망어업의 단일 생산성 지수 분석에서는 2013년부터 2017년까지 MPI가 연평균 8.0%씩 상승한 것으로 분석되었다. 그중에서 평균 MPI가 가장 높은 DMU는 DMU17로 나타났고, 평균 MPI가 가장 낮은 DMU는 DMU9로 나타났다. 이들 DMU는 평균 MPI와 동시에 평균 SECI도 상당히 높거나 낮게 추정되어 생산성에서 SECI가 차지하는 중요성을 확인할 수 있었다.

개별어업의 분석결과로는 어업별 생산성을 비교할 수 없기 때문에 원양연승어업과 원양선망어업을 동시에 분석한 전체원양참치어업에 대한 생산성지수도 도출하였다. 분석결과, 2013년부터 2017년까지 원양연승어업의 MPI는 매년 평균적으로 0.6%씩 하락한 것으로 분석되

었지만, 동 기간 원양선망어업의 MPI는 매년 평균적으로 8.0%씩 상승한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 원양연승어업이 과거의 어업방식에 비해 생산적인 어업으로 나아가고 있지만, 원양선망어업과 비교해서는 여전히 생산성 개선의 여지가 있다는 사실을 방증한다.

전체원양참치어업에서 개별 DMU를 살펴보면, 원양선망어업에서 가장 높은 MPI를 기록했던 DMU40이 전체원양참치어업의 분석에서도 MPI가 가장 높은 DMU로 분석되었다. 마찬가지로 원양연승어업에서 가장 낮은 MPI를 기록했던 DMU22가 전체원양참치어업의 분석에서도 두 어업을 통틀어 MPI가 가장 낮은 DMU로 분석되었다. 동시에 DMU22는 TCI와 SECI도 가장 낮은 수치를 기록하면서 TCI와 SECI의 중요성을 다시 입증해주었다. 전체원양참치어업의 분석결과 중 흥미로운 사실은 전체적으로 낮은 생산성에도 불구하고 원양연승어선인 DMU4의 규모 효율성지수가 가장 높게 도출되었다는 점이다. 이를 이용하여 상대적으로 비생산적인 조업을 하고 있는 원양연승어선들에게 규모 효율성의 개선을 위한 벤치마킹 대상으로 DMU4의 사례를 제시할 수 있다.

이처럼 전체원양참치어업의 분석을 통한 어업별 비교가 통계적으로도 유의한가를 판단하기 위해 Mann-Whitney검정과 평균 차 t검정을 실시했다. 자료의 특성상 평균 차 t검정을 시행하는 것이 옳지만, 검정결과에 대한 강건성을 확보하기 위해 비모수검정인 Mann-Whitney검정도 함께 시행하였다. 분석결과, 두 검정에서 유사한 결과가 도출되었으며, 생산성지수에서는 TCI의 어업별 차이가 가장 유의한 것으로 분석되었다. 이 또한 계속해서 강조해왔던 생산성에 있어 TCI의 중요성을 뒷받침하는 검정결과로 볼 수 있다.

생산성의 결정요인 분석에서는 자료의 특성에 따라 원양연승어업과

전체원양참치어업의 분석은 확률효과모형이 선정되었고, 원양선망어업은 고정효과모형이 적합한 것으로 나타났다. 연승어업 생산성지수의 결정요인으로는 입어료, 수리비, 해역이 TECI, PECE, SECI에 유의한 영향을 미치는 결정요인으로 분석되었다. PECE와 SECI 중에서는 SECI가 결정요인 변수의 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 선망어업 생산성지수의 결정요인으로는 입어료와 해역이 TCI에 유의한 영향을 미치는 결정요인으로 분석되었다. 전체원양참치어업의 생산성지수 결정요인으로는 입어료, 수리비, 업종, 해역이 TECI와 SECI에 유의한 영향을 미치는 결정요인으로 분석되었다. 이때 모든 분석에서 입어료는 높을수록, 수리비는 낮을수록 생산성이 높아지는 것으로 나타났고, 업종은 원양선망어업, 해역은 태평양 중서부 해역의 어선이 생산성이 높은 것으로 나타났다. 다시 말해, 투입변수가 모두 일정하다면 태평양 중서부 해역의 선망선 중 입어료가 높고, 수리비는 낮은 어선이 가장 생산성이 높게 나타난다는 것을 의미한다. 이를 다시 확인하기 위해 Malmquist분석에서 생산성이 높은 DMU로 지목되었던 DMU27의 특성을 살펴본 결과, DMU27은 다소 높은 수리비를 제외하고는 모든 결과를 충족시켰다. 즉, DMU27은 태평양 중서부 해역에서 조업하는 원양선망어선이면서 상대적으로 높은 입어료를 지불하고 있었다. 특히, DMU27은 2014, 2015년에 기타해역에서 조업하다가 2016, 2017년에는 태평양 중서부 해역으로 조업구역을 변경했는데, 같은 기간 나타난 MPI의 상승이 상당한 것을 확인할 수 있었다.

지금까지의 분석을 바탕으로 본 연구가 갖는 시사점을 2019년 1월 발표된 ‘제3차 원양산업발전 종합계획’(이하 ‘종합계획’)에 비춰 풀어내고자 한다. 정부는 ‘종합계획’에서 어선안전, 어장개척, 선원·복지,

산업구조, 국제협력의 5개 정책분야에 대한 방향을 설립하고, 이에 따른 16개 중점추진 과제를 발표했다. 이에 본 연구는 분석결과를 바탕으로 판단할 수 있는 주요 추진과제의 타당성과 개선방안에 대해 제시하고자 한다. 물론, 본 장에서 제시하는 ‘종합계획’에 대한 판단이 ‘종합계획’의 전체에 대한 판단은 아니며, 본 연구결과에 따라 해석한 ‘종합계획’의 내용이 긍정적이라고 해서 반드시 추진해야 할 계획이고, 부정적이라고 해서 철회되어야 할 계획임을 의미하지는 않는다. 다만, 본 연구결과는 정책의 방향성에 대해 판단할 수 있는 여러 가지 기준 중 하나를 제시할 수 있다는 점을 말해주며, 그에 따른 판단결과는 다음과 같다.

첫째, 산업구조 분야의 ‘수출대상국 관세인하를 통한 수출경쟁력 확보’ 과제는 관세인하를 추진하여 한국산 참치의 가격경쟁력을 제고한다는 계획을 갖고 있다. 이러한 노력을 통해 참치류의 관세인하가 이루어진다면, 이는 원양참치어업 생산에 있어 외부충격을 야기하고 생산효율변경의 변화가 일어난다. 즉, TCI의 변화가 발생하게 된다. 지속적으로 강조한 바와 같이, 원양참치어업의 생산성에 있어 TCI는 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다는 것을 분석결과를 통해 알 수 있었다. 따라서 수출상대국 관세인하 계획은 원양참치어업의 생산성을 획기적으로 상승시킬 수 있는 정책이라 판단된다.

둘째, 산업구조 분야의 ‘제도개선을 통한 원양 합작사업 활성화’ 과제는 제도를 개선하여 연안국과의 합작을 장려하겠다는 계획이다. 이처럼 합작어업으로의 전환은 원양참치어업의 규모 효율성의 변화를 야기한다. 즉, SECI의 변화를 기대할 수 있다. 모든 합작이 규모의 개선을 담보하지는 않지만, 정확한 근거에 따른 합작판단은 원양참치어업에서의 SECI 상승을 불러올 것이다. 본 연구의 분석결과에 따르

면 SECI도 원양참치어업의 생산성에서 차지하는 비중이 TCI만큼이나 큰 것으로 나타났다. 따라서 합작사업 활성화 계획 역시 원양참치어업의 생산성 향상을 기대할 수 있는 정책이라 판단된다.

셋째, 어선안전 분야의 ‘원양어선 안전펀드 조성’ 과제는 원양안전펀드 1,700억 원을 조성하여 초고령 선박의 신조를 지원하겠다는 계획이다. 노후화된 어선이 갖는 문제를 개선하겠다는 의지이다. 어선의 노후화 문제는 결국 수리비의 문제로 귀결된다. 즉, 이 계획이 시행되면 해당어업에서는 수리비가 급격히 감소할 것이다. 본 연구는 원양참치어업의 생산성 결정요인 분석에서 수리비의 감소와 생산성의 상승이 유의적인 관계가 있다는 결과를 도출했다. 따라서 원양참치어업에 안전펀드의 지원이 이루어짐으로써 신조에 대한 부담이 줄어들면, 원양참치어업의 생산성 향상을 기대할 수 있다. 그러나 이 과제에서는 원양채낚기와 풍치붕수망 어선을 우선지원대상으로 발표했다. 이는 해당어업 내에서 노후 어선의 비율을 고려한 결정이지만, 어업간의 비교는 없었다는 점에서 아쉬움이 남는다. 원양어업 전체에서 26~30년 사이의 고령어선 중 원양연승어선이 78.3%를 차지하며, 31~40년 사이의 원양연승어선 비율 또한 41.7%나 된다. 따라서 본 연구의 분석결과를 바탕으로 볼 때, 채낚기와 붕수망과 함께 원양연승어업에 대한 안전펀드 지원도 고려한다면 원양어업에서 보다 높은 생산성의 향상이 이루어질 수 있을 것이라 판단된다. 물론, 어선의 신조에는 투자비가 많이 투입되기 때문에 어업별, 어선별로 종합적인 고려가 필요하다. 그러나 수리비와 신조 투자비에 대한 선택은 어떤 어업에서든 경영상 필수적인 고려대상이다. 따라서 원양연승어선들에게도 선택의 가능성을 열어둠으로써 보다 다양한 의사결정을 이끌어낼 필요가 있다.

끝으로 본 연구가 갖는 한계점으로는 어선어업에서 중요한 요소인 선장 및 선원들의 능력을 고려하지 못했다는 것이다. 특히, 조업대상 어군에 대해 깊은 이해를 필요로 하는 선망어업에 있어 선장과 선원들의 능력은 상당히 중요한 요소로 볼 수 있다. 그러나 단순히 선장의 경력이나 나이를 능력의 대리변수로 보기에선 지나친 일반화의 오류를 범할 수 있다는 점과 능력이라는 요소를 계량화하기 어렵다는 점 때문에, 본 연구에서는 사용된 변수 외의 조건들에 대해서는 불변이라는 가정이 불가피했다. 향후의 연구에서 선장 및 선원들의 능력을 모형 내부적으로 고려할 수 있다면, 원양어업 분야의 생산성 분석에 있어 보다 발전적인 연구가 가능할 것으로 판단된다.



참고문헌

- 김봉태 · 엄기혁 · 이준수 · 박혜진 · 육근형 (2015), 공간패널모형을 이용한 연안어업 생산량과 기후변화 요소의 관계에 대한 연구, 수산경영론집, 46(3), pp. 63-72.
- 김석 · 박성훈 · 양태현 · 여기태 (2019), 패널회귀분석을 이용한 내항 화물 운송사업체의 경영특성 분석에 관한 연구, 디지털융복합연구, 17(3), pp. 79-92.
- 김종천 (2017), 비소망채를 고려한 시도별 식품제조업의 생산 효율성 분석에 관한 연구, 부경대학교, 박사학위논문, 142 p.
- 김종천 · 박철형 (2019), 원양참치 연승 및 선망어업의 생산성 비교연구, 해양비즈니스, 42, pp. 91-111.
- 김지우 · 박철형 (2017), SFA와 DEA를 비교한 우리나라 근해어업의 효율성 분석, 해양비즈니스, 37, pp. 59-82.
- 김창완 · 정형찬 · 장영수 (2000), 우리나라 원양업체의 경쟁력 분석 - 정성적 분석을 중심으로, 수산경영론집, 31(1), pp. 95-113.
- 김태현 · 김종천 · 박철형 (2016), 해양수산부 산하기관의 생산성 추정에 관한 연구, 수산해양교육연구, 28(1), pp. 186-197.
- 김학수 · 박철형 (2018), 초효율성을 이용한 원양어업의 생산성분석, 해양비즈니스, 41, pp. 1-20.
- 김학수 · 박철형 (2019), SFA를 이용한 원양참치어업의 어선별 생산성분석, 수산해양교육연구, 31(2), pp. 426-437.
- 김현웅 · 국광호 · 문대섭 · 이진선 (2009), 자료포락분석 기법을 이용한 우리나라 철도수송의 효율성 측정, 한국철도학회 논문집, 12(4), pp. 542-547.

- 김현웅 · 이진선 (2010), MPI를 이용한 한국철도 노선별 생산성 변화 분석, 한국철도학회 논문집, 13(4), pp. 462-467.
- 민인식 · 최필선 (2012), STATA 패널데이터 분석, ㈜지필미디어, 264 p.
- 박만희 (2008), 효율성과 생산성분석 - 자료포락분석과 Malmquist 생산성 분석을 중심으로, 한국학술정보(주), 225 p.
- 박철형 (2011), 맘퀴스트 생산성지수를 이용한 수협 산지 위판장의 총요소 생산성 변화의 추정, 인문사회과학연구, 12(1), pp. 57-82.
- 심성현 · 남중오 (2017), 근해어업 생산함수 추정을 이용한 규모수익 및 한계생산성 분석, Ocean and Polar Research, 39(4), pp. 301-318.
- 유영명 (2018), 맘퀴스트 생산성 지수를 활용한 지역별 자동차부품산업의 생산성 분석 : 부산시를 중심으로, 경제연구, 36(4), pp. 63-87.
- 윤상호 · 박철형 (2015), 수산식품 가공업의 효율성 분석, 수산경영론집, 46(2), pp. 111-125.
- 윤형모 (2019), 미얀마 제조업에 투입된 외국인 직접투자의 효과분석 - 오차수정모형과 맘퀴스트를 이용 -, 인문사회과학연구, 20(1), pp. 277-303.
- 이준용 · 손재영 (2010), 패널자료를 이용한 주택시장 분석, Working Paper Series, 10(1), pp. 1-11.
- 임설매 · 김기수 (2013), 패널자료를 이용한 중국 수산물소비지출에 영향을 미치는 요인에 관한 연구, 수산경영론집, 44(2), pp. 19-33.
- 정진호 · 임성묵 (2014), DEA-Malmquist 생산성 지수 분석방법을 응용한 대구,경북지역 새마을금고의 경영효율성 및 생산성변화 분석, 금융공학연구, 13(1), pp. 79-100.
- 조현주 · 김두남 · 김도훈 · 이성일 · 권유정 · 구정은 (2017), SFA를 이용한 태평양 원양연승어업의 어선별 생산효율성 분석, 수산해양기술연

구, 53(4), pp. 357-362.

표희동 · 김중천 (2010), 맘퀴스트 생산성지수를 이용한 수산물 가공식품
도매업의 생산성 분석에 관한 연구, *Ocean and Polar Research*,
32(4), pp. 387-396.

Banker, R. D., and Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984), Some
Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data
Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), pp.
1078-1092.

Charnes, A., and Cooper, W. W., and Rhodes, E., (1978), Measuring
the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of
Operational Research*, 2(6), pp. 429-444.

Fare R., Grosskopf S., Norris M. and Zhang Z. (1994), Productivity
Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in
Industrialized Countries, *The American Economic Review*, 84(1),
pp. 66-83.

Fitzsimmons JA · Fitzsimmons MJ (1994), *Service Management For
Competitive Advantage*, McGraw-Hill, 480 p.

국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>), 「수산업법 시행령」, [별표 1
의2], 근해연승 조업모식도 및 대형선망 조업모식도, 검색일:
2019.6.9.

국가통계포털(<http://www.kosis.kr/>), 어업생산동향조사, 각 년도, 검색일:
2019.6.9.

한국원양산업협회(<http://www.kosfa.org/>), 한국원양산업, 검색일: 2019.6.9.

부록

<표 부록 - 1> 원양연승어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.8712	1.0196	1.2067	0.9720
DMU2	0.8712	1.1062	1.1142	0.9649
DMU3	1.3657	0.8917	1.1944	0.9952
DMU4	1.2397	1.1503	1.2243	0.8288
DMU5	1.1660	1.2897	1.0499	0.9242
DMU6	1.2165	1.2147	1.0210	0.9469
DMU7	1.0404	1.0759	1.2437	1.0178
DMU8	1.3396	1.2136	1.0840	1.0050
DMU9	1.2483	1.2278	1.0800	1.0017
DMU10	1.2281	1.2418	1.0299	0.9776
DMU11	1.2609	1.2155	1.0893	1.0035
DMU12	1.2665	1.0876	1.0887	1.0100
DMU13	1.1939	1.3276	1.0290	0.9622
DMU14	1.2272	1.0529	1.1938	1.0183
DMU15	1.2409	1.1433	1.2629	0.9618
DMU16	1.2209	1.0049	1.2035	0.9902
DMU17	1.1764	1.0278	1.1468	0.9717
DMU18	1.3640	1.0900	1.1095	0.9409
DMU19	1.1568	1.2447	1.0116	0.9778
DMU20	1.1973	0.9810	1.1433	1.0161
DMU21	1.0915	1.1177	1.1686	0.8901
DMU22	0.9170	1.3375	0.6540	1.0012
DMU23	0.9248	1.2842	0.6738	0.9919

<표 부록 -2> 원양연승어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	1.0000	0.9684	1.0006	1.0057
DMU2	0.8139	0.9830	1.2498	0.7856
DMU3	0.9468	0.9789	1.0142	0.9939
DMU4	1.0000	0.9751	1.0255	1.0000
DMU5	0.9536	1.0487	0.9624	0.9716
DMU6	1.0000	0.9355	1.0689	1.0000
DMU7	0.9884	0.9799	0.9649	1.0701
DMU8	1.0000	0.9531	0.9882	1.0016
DMU9	0.9352	1.0693	0.9095	1.0366
DMU10	1.0437	1.0186	0.9441	1.1071
DMU11	0.9991	1.0931	0.9104	1.0059
DMU12	1.0044	0.9971	1.0016	0.9959
DMU13	1.0000	1.0000	0.9906	1.0095
DMU14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DMU15	1.0178	1.0709	0.9187	1.0004
DMU16	0.9343	0.9942	0.9884	1.0019
DMU17	0.9358	1.0248	0.9600	1.0540
DMU18	1.0226	0.9840	1.0163	0.9834
DMU19	1.0723	0.9302	1.0750	0.9303
DMU20	1.0013	1.0000	1.0000	1.0000
DMU21	1.0026	0.9359	1.0186	1.0989
DMU22	1.0000	1.0000	1.0000	0.9895
DMU23	1.0000	1.0000	1.0000	0.9927

<표 부록 - 3> 원양연승어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	1.0597	0.8204	0.8544	1.1175
DMU2	0.7670	1.1742	1.1103	0.6483
DMU3	0.8173	0.9067	1.2322	0.4812
DMU4	1.0000	0.8311	1.2032	0.9816
DMU5	1.0919	1.1658	0.8496	0.8827
DMU6	0.6709	1.2732	1.1707	0.8632
DMU7	1.1207	0.9287	0.7448	1.4581
DMU8	1.2259	0.8496	1.0749	0.7680
DMU9	0.9692	1.1571	0.8005	1.0911
DMU10	1.0837	1.1159	0.9956	0.9505
DMU11	0.9452	1.4216	0.9958	0.8258
DMU12	0.8133	1.4959	1.0067	0.8525
DMU13	1.4015	0.9285	0.7767	1.0284
DMU14	0.8476	0.9982	0.8030	1.0220
DMU15	1.0261	1.4469	0.7352	1.0121
DMU16	0.5870	1.4453	0.9495	0.9172
DMU17	0.7660	1.3070	0.9768	1.0326
DMU18	1.3970	0.8191	1.2208	0.8322
DMU19	1.8137	0.7388	1.2939	0.8517
DMU20	0.9730	1.3012	1.0000	1.0000
DMU21	0.8258	0.9040	0.9027	1.4443
DMU22	0.7173	1.3941	0.8419	0.7130
DMU23	1.0000	1.0000	1.0000	0.7349

<표 부록 - 4> 원양연승어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.9232	0.8101	1.0316	1.0923
DMU2	0.5439	1.2769	1.5462	0.4914
DMU3	1.0568	0.7915	1.4926	0.4760
DMU4	1.2397	0.9322	1.5108	0.8136
DMU5	1.2140	1.5767	0.8585	0.7926
DMU6	0.8161	1.4468	1.2777	0.8174
DMU7	1.1525	0.9791	0.8938	1.5881
DMU8	1.6422	0.9828	1.1514	0.7730
DMU9	1.1315	1.5192	0.7863	1.1329
DMU10	1.3891	1.4116	0.9681	1.0286
DMU11	1.1908	1.8889	0.9876	0.8336
DMU12	1.0346	1.6222	1.0978	0.8575
DMU13	1.6733	1.2327	0.7917	0.9990
DMU14	1.0402	1.0510	0.9586	1.0407
DMU15	1.2959	1.7714	0.8530	0.9739
DMU16	0.6695	1.4439	1.1295	0.9099
DMU17	0.8432	1.3766	1.0754	1.0576
DMU18	1.9486	0.8785	1.3766	0.7700
DMU19	2.2497	0.8554	1.4071	0.7747
DMU20	1.1665	1.2765	1.1433	1.0161
DMU21	0.9038	0.9457	1.0745	1.4127
DMU22	0.6578	1.8646	0.5506	0.7063
DMU23	0.9248	1.2842	0.6738	0.7236

<표 부록 - 5> 원양선망어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.7848	1.2193	1.0490	0.9675
DMU2	1.0264	1.3716	1.4127	0.8027
DMU3	0.8721	1.1735	1.0954	0.9012
DMU4	0.8382	1.1466	1.2403	0.9006
DMU5	0.9683	1.3949	1.1822	0.7981
DMU6	1.0425	1.3456	1.3954	0.7576
DMU7	0.8894	1.1890	1.0822	0.9827
DMU8	0.8550	1.1826	1.1616	0.9131
DMU9	0.8834	1.2094	0.9299	1.1296
DMU10	0.9399	1.3206	0.9716	1.0485
DMU11	0.9550	1.2737	1.1332	0.9165
DMU12	0.9761	1.3761	1.3270	0.9862
DMU13	1.0239	1.3903	1.3813	0.9432
DMU14	1.0480	1.3989	1.1674	1.0452
DMU15	0.8515	1.2076	1.1378	0.9901
DMU16	0.9568	1.3320	1.3362	0.9071
DMU17	1.0115	1.3726	1.4250	0.9897
DMU18	1.0465	1.4709	1.3365	0.8795

<표 부록 - 6> 원양선망어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DMU2	0.9979	0.8260	1.4081	1.0000
DMU3	1.0038	0.9577	0.9429	1.1074
DMU4	1.0163	0.9464	1.0641	0.9965
DMU5	0.8561	0.9917	1.1394	0.8812
DMU6	1.0000	0.7953	1.2574	0.7272
DMU7	1.0629	1.0000	0.9820	0.9843
DMU8	0.9651	0.9978	1.0384	0.9669
DMU9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DMU10	0.9936	1.0064	1.0000	0.9938
DMU11	1.0028	0.8097	1.2350	0.9765
DMU12	1.0000	1.0000	1.0000	0.9710
DMU13	0.9928	0.9283	0.9248	1.2026
DMU14	0.8882	1.0783	0.8301	1.2075
DMU15	1.0000	0.9579	1.0440	1.0000
DMU16	1.0629	1.0000	0.7696	1.2881
DMU17	1.0712	0.9794	0.8005	1.2755
DMU18	0.9487	1.0633	0.9384	1.0656

<표 부록 - 7> 원양선망어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	1.0627	1.1519	0.8918	0.8429
DMU2	0.9786	0.9907	1.0260	0.9728
DMU3	1.0373	0.9802	0.9448	1.0404
DMU4	0.9985	0.7457	2.3828	1.0716
DMU5	1.0502	0.8270	1.1910	0.9597
DMU6	1.0000	0.9798	0.9093	1.0870
DMU7	1.1988	1.0000	0.9494	0.9189
DMU8	0.9550	0.8081	1.2957	0.9035
DMU9	1.1468	0.7110	1.3800	0.6019
DMU10	0.9873	1.0128	1.0000	0.9693
DMU11	1.0044	0.8018	1.2472	0.9836
DMU12	1.0574	0.9984	1.0156	0.9399
DMU13	1.0141	1.0168	0.9704	1.0449
DMU14	1.0221	1.0051	0.9858	0.9687
DMU15	1.0000	0.9783	1.0222	1.0000
DMU16	1.1244	1.0000	0.9502	1.0504
DMU17	1.0773	0.9945	0.8765	1.1472
DMU18	1.0182	1.0041	0.9567	1.0452

<표 부록 - 8> 원양선망어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.8340	1.4045	0.9355	0.8155
DMU2	1.0023	1.1224	2.0409	0.7809
DMU3	0.9080	1.1016	0.9758	1.0383
DMU4	0.8505	0.8093	3.1447	0.9617
DMU5	0.8706	1.1440	1.6042	0.6749
DMU6	1.0425	1.0485	1.5955	0.5988
DMU7	1.1333	1.1890	1.0089	0.8889
DMU8	0.7881	0.9535	1.5629	0.7977
DMU9	1.0131	0.8599	1.2833	0.6799
DMU10	0.9220	1.3462	0.9716	1.0100
DMU11	0.9620	0.8269	1.7456	0.8803
DMU12	1.0321	1.3739	1.3477	0.9000
DMU13	1.0309	1.3123	1.2396	1.1852
DMU14	0.9514	1.5161	0.9553	1.2226
DMU15	0.8515	1.1316	1.2141	0.9901
DMU16	1.1436	1.3320	0.9772	1.2272
DMU17	1.1674	1.3369	0.9998	1.4482
DMU18	1.0109	1.5703	1.1999	0.9796

<표 부록 - 9> 전체 원양참치어업의 어선별 기술변화지수(TCI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.7987	1.2126	1.2787	0.8589
DMU2	0.8001	1.2170	1.3178	0.8010
DMU3	0.8858	1.2673	1.6279	0.7155
DMU4	0.8417	1.2033	1.3278	0.8067
DMU5	0.8283	1.2834	1.5731	0.8972
DMU6	0.8738	1.2556	1.4192	0.8049
DMU7	0.8065	1.2417	1.6869	0.7308
DMU8	0.8540	1.2185	1.7475	0.7228
DMU9	0.8592	1.2662	1.5554	0.7269
DMU10	0.8340	1.2434	1.7476	0.7392
DMU11	0.8697	1.2686	1.5243	0.7351
DMU12	0.8562	1.2325	1.4235	0.7151
DMU13	0.9057	1.2705	1.5379	0.7993
DMU14	0.8984	1.2679	1.3546	0.7245
DMU15	0.8705	1.2825	1.5757	0.7113
DMU16	0.8280	1.2627	1.4148	0.7118
DMU17	0.8061	1.2202	1.3864	0.7163
DMU18	0.8710	1.2644	1.7423	0.7214
DMU19	0.7764	1.2031	1.5975	0.8804
DMU20	0.8389	1.2861	1.2647	0.8515
DMU21	0.7888	1.2032	1.4848	0.8400
DMU22	0.8283	1.2158	1.1583	0.7675
DMU23	0.8411	1.1992	1.1561	0.7721
DMU24	0.7848	1.2193	1.0490	0.9675
DMU25	1.0264	1.3716	1.4127	0.8027
DMU26	0.8721	1.1735	1.0954	0.9012
DMU27	0.8382	1.1466	1.2403	0.9006
DMU28	0.9683	1.3949	1.1822	0.7981
DMU29	1.0425	1.3456	1.3954	0.7576
DMU30	0.8894	1.1890	1.0822	0.9827
DMU31	0.8550	1.1826	1.1616	0.9131
DMU32	0.8834	1.2094	0.9299	1.1296
DMU33	0.9399	1.3206	0.9716	1.0485
DMU34	0.9550	1.2737	1.1332	0.9165
DMU35	0.9761	1.3761	1.3270	0.9862
DMU36	1.0239	1.3903	1.3813	0.9432
DMU37	1.0480	1.3989	1.1674	1.0452
DMU38	0.8515	1.2076	1.1378	0.9901
DMU39	0.9568	1.3320	1.3362	0.9071
DMU40	1.0115	1.3726	1.4250	0.9897
DMU41	1.0465	1.4709	1.3365	0.8795

<표 부록 - 10> 전체원양참치어업의 어선별 순수 기술적 효율성지수(PECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	1.0000	0.9684	1.0006	1.0057
DMU2	0.8139	0.9818	1.0581	0.9292
DMU3	0.9468	0.9789	1.0142	0.9939
DMU4	1.0000	0.9739	1.0268	1.0000
DMU5	0.9536	1.0260	0.9836	0.9716
DMU6	1.0000	0.9342	1.0340	1.0352
DMU7	0.9884	0.9755	0.9692	1.0701
DMU8	1.0000	0.9509	0.9905	1.0007
DMU9	0.9352	0.9951	0.9773	1.0352
DMU10	1.0437	1.0043	0.9576	1.0671
DMU11	0.9991	1.0397	0.9572	1.0018
DMU12	1.0044	0.9971	1.0016	0.9959
DMU13	1.0000	1.0000	0.9906	1.0095
DMU14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DMU15	1.0178	1.0709	0.9187	1.0004
DMU16	0.9484	0.9939	0.9887	1.0019
DMU17	0.9358	1.0242	0.9606	1.0118
DMU18	1.0226	0.9832	1.0171	0.9834
DMU19	1.0723	0.9299	1.0754	0.9303
DMU20	1.0013	1.0000	1.0000	1.0000
DMU21	1.0060	0.9359	1.0186	1.0774
DMU22	1.0000	1.0000	1.0000	0.9895
DMU23	1.0000	1.0000	1.0000	0.9927
DMU24	1.0050	1.0001	1.0000	0.9823
DMU25	0.9979	0.8202	1.4180	1.0000
DMU26	1.0281	0.9530	0.9469	1.0956
DMU27	0.9634	0.8735	1.5601	1.0435
DMU28	0.8980	0.8758	1.2901	0.8651
DMU29	1.0000	0.7916	1.2633	0.7225
DMU30	1.1148	1.0000	0.9801	0.9519
DMU31	0.9563	0.8769	1.1925	0.9553
DMU32	1.0975	0.8409	1.1892	1.0000
DMU33	0.9912	1.0089	1.0000	0.9938
DMU34	1.0028	0.7230	1.3831	0.9765
DMU35	1.0358	1.0000	1.0000	0.9710
DMU36	0.9771	0.9401	0.9024	1.2366
DMU37	0.8877	1.0788	0.8285	1.2098
DMU38	1.0000	0.9579	1.0440	1.0000
DMU39	1.1613	1.0000	0.7460	1.3288
DMU40	1.1174	0.9794	0.7277	1.4031
DMU41	0.9487	1.0633	0.9155	1.0923

<표 부록 - 11> 전체원양참치어업의 어선별 규모 효율성지수(SECI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.8081	0.6848	0.8823	0.8998
DMU2	0.5583	1.0587	1.2305	0.4691
DMU3	1.2648	0.6231	1.4047	0.4888
DMU4	1.6402	0.6626	1.8456	0.9437
DMU5	1.2200	1.2892	0.9019	0.5257
DMU6	1.0281	1.1187	1.2324	0.5772
DMU7	1.1327	0.8437	0.6279	2.2613
DMU8	2.0200	0.7513	0.8833	0.7986
DMU9	1.4599	1.1099	0.7949	0.8591
DMU10	1.6651	1.0533	0.7104	0.9818
DMU11	1.2969	1.5169	0.8566	0.8302
DMU12	1.0439	1.6706	0.8818	0.7679
DMU13	1.7309	1.0613	0.6226	1.1240
DMU14	1.1970	1.0124	0.7699	0.6373
DMU15	1.4673	1.7407	0.5761	0.9012
DMU16	0.7412	1.3335	0.8140	0.8540
DMU17	0.9440	1.3129	0.7660	0.9367
DMU18	2.5694	0.6652	1.1115	0.6011
DMU19	2.3452	0.5741	1.1957	0.5967
DMU20	1.1444	1.2844	0.9604	0.8654
DMU21	1.2389	0.7279	1.0458	0.9557
DMU22	0.4676	2.6822	0.4299	0.5410
DMU23	0.6936	1.8417	0.4748	0.6182
DMU24	1.0574	1.1518	0.8918	0.8581
DMU25	0.9786	0.9977	1.0188	0.9728
DMU26	1.0128	0.9850	0.9408	1.0516
DMU27	1.0533	0.8080	1.6252	1.0233
DMU28	1.0013	0.9365	1.0518	0.9776
DMU29	1.0000	0.9843	0.9051	1.0940
DMU30	1.1430	1.0000	0.9512	0.9502
DMU31	0.9638	0.9195	1.1284	0.9145
DMU32	1.0450	0.8455	1.1605	0.6019
DMU33	0.9897	1.0104	1.0000	0.9693
DMU34	1.0044	0.8979	1.1137	0.9836
DMU35	1.0208	0.9984	1.0156	0.9399
DMU36	1.0304	1.0040	0.9945	1.0161
DMU37	1.0226	1.0046	0.9877	0.9668
DMU38	1.0000	0.9783	1.0222	1.0000
DMU39	1.0292	1.0000	0.9803	1.0181
DMU40	1.0328	0.9945	0.9642	1.0429
DMU41	1.0182	1.0041	0.9807	1.0197

<표 부록 - 12> 전체 원양참치어업의 어선별 생산성 지수(MPI) 변화

DMU	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
DMU1	0.6454	0.8042	1.1288	0.7772
DMU2	0.3636	1.2649	1.7156	0.3491
DMU3	1.0607	0.7729	2.3193	0.3477
DMU4	1.3806	0.7765	2.5162	0.7613
DMU5	0.9636	1.6976	1.3955	0.4583
DMU6	0.8984	1.3122	1.8086	0.4809
DMU7	0.9030	1.0220	1.0265	1.7684
DMU8	1.7251	0.8705	1.5289	0.5777
DMU9	1.1731	1.3984	1.2084	0.6465
DMU10	1.4493	1.3153	1.1887	0.7745
DMU11	1.1270	2.0007	1.2498	0.6113
DMU12	0.8977	2.0531	1.2572	0.5468
DMU13	1.5677	1.3484	0.9486	0.9070
DMU14	1.0754	1.2836	1.0429	0.4617
DMU15	1.2999	2.3908	0.8340	0.6413
DMU16	0.5821	1.6736	1.1386	0.6090
DMU17	0.7121	1.6407	1.0200	0.6789
DMU18	2.2885	0.8269	1.9697	0.4264
DMU19	1.9524	0.6423	2.0542	0.4887
DMU20	0.9613	1.6519	1.2146	0.7369
DMU21	0.9832	0.8196	1.5818	0.8649
DMU22	0.3873	3.2610	0.4980	0.4109
DMU23	0.5834	2.2086	0.5489	0.4738
DMU24	0.8340	1.4045	0.9355	0.8155
DMU25	1.0023	1.1224	2.0409	0.7809
DMU26	0.9080	1.1016	0.9758	1.0383
DMU27	0.8505	0.8093	3.1447	0.9617
DMU28	0.8706	1.1440	1.6042	0.6749
DMU29	1.0425	1.0485	1.5955	0.5988
DMU30	1.1333	1.1890	1.0089	0.8889
DMU31	0.7881	0.9535	1.5629	0.7977
DMU32	1.0131	0.8599	1.2833	0.6799
DMU33	0.9220	1.3462	0.9716	1.0100
DMU34	0.9620	0.8269	1.7456	0.8803
DMU35	1.0321	1.3739	1.3477	0.9000
DMU36	1.0309	1.3123	1.2396	1.1852
DMU37	0.9514	1.5161	0.9553	1.2226
DMU38	0.8515	1.1316	1.2141	0.9901
DMU39	1.1436	1.3320	0.9772	1.2272
DMU40	1.1674	1.3369	0.9998	1.4482
DMU41	1.0109	1.5703	1.1999	0.9796