

경 제 학 석 사 학 위 논 문

TAC 대상 유무에 따른 어업어종별
효율성 비교분석

2017년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

응용경제학과

서 효 정

경 제 학 석 사 학 위 논 문

TAC 대상 유무에 따른 어업어종별
효율성 비교분석

지도교수 신 용 민

이 논문을 경제학석사 학위논문으로 제출함.

2017년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

응 용 경 제 학 과

서 효 정

서효정의 경제학석사 학위논문을 인준함.

2017년 2월 24일

위 원 장	경제학박사	박 철 형 (인)
위 원	경제학박사	윤 형 모 (인)
위 원	경제학박사	신 용 민 (인)

<목 차>

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 연구 내용 및 방법	2
3. 선행연구의 검토	3
II. 분석 대상 어종별 특성 및 어업 현황	6
1. TAC 대상 어종	6
2. TAC 비 대상어종	18
III. 효율성 분석	24
1. DEA 모형	24
2. 초효율성 모형	27
IV. 실증 분석	28
1. 분석 대상 및 변수의 선정	28
2. 기간별 DEA 분석	34
3. 기간별 초효율성 분석	50
4. 전체기간의 어업어종별 초효율성 분석	63
V. 결론	80
참고문헌	83

<표 목차>

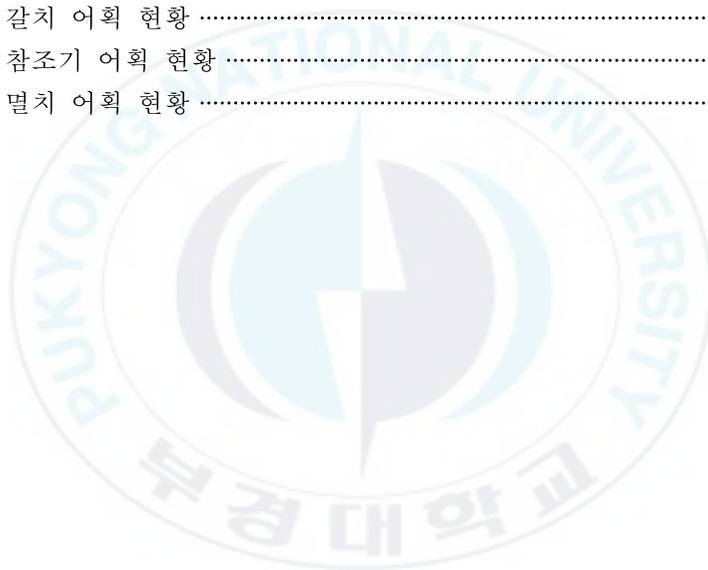
<표 II-1> 최근 5년간 업종별 고등어 생산비율	7
<표 II-2> 최근 5년간 업종별 전갱이 생산비율	9
<표 II-3> 최근 5년간 업종별 붉은대게 생산비율	10
<표 II-4> 최근 5년간 업종별 개조개 생산비율	12
<표 II-5> 최근 5년간 업종별 키조개 생산비율	13
<표 II-6> 최근 5년간 업종별 대게 생산비율	14
<표 II-7> 최근 5년간 업종별 오징어 생산비율	16
<표 II-8> 최근 5년간 업종별 도루묵 생산비율	17
<표 II-9> 최근 5년간 업종별 갈치 생산비율	19
<표 II-10> 최근 5년간 업종별 참조기 생산비율	20
<표 II-11> 최근 5년간 업종별 멸치 생산비율	22
<표 IV-1> 변동계수 분석	29
<표 IV-2> 상관관계 분석 (2011~2015 평균)	30
<표 IV-3> 업종별 대상 어종 생산 비중	31
<표 IV-4> 분석자료 기초통계량	32
<표 IV-5> 2011년 어업어종별 DEA 분석결과	35
<표 IV-6> 2012년 어종별 DEA 분석결과	37
<표 IV-7> 2013년 어종별 DEA 분석결과	39
<표 IV-8> 2014년 어종별 DEA 분석결과	41
<표 IV-9> 2015년 어종별 DEA 분석결과	43
<표 IV-10> 어업어종별 효율성 분포	45
<표 IV-11> 순위합 검정 기술 통계량	47
<표 IV-12> DEA 순위합 검정 결과	48
<표 IV-13> 2011년 어종별 초효율성 분석 결과	51
<표 IV-14> 2012년 어종별 초효율성 분석 결과	52
<표 IV-15> 2013년 어종별 초효율성 분석 결과	54
<표 IV-16> 2014년 어종별 초효율성 분석 결과	56
<표 IV-17> 2015년 어종별 초효율성 분석 결과	58
<표 IV-18> 초효율성 T 검정 결과	59
<표 IV-19> 2011~2015 초효율성 분석 결과	64
<표 IV-20> 전체기간 초효율성 랭킹변화 (CCR모형)	69
<표 IV-21> 전체기간 초효율성 랭킹변화 (BCC모형)	70

<표 IV-22> DMU별 효율성 변동계수	71
<표 IV-23> 전체기간 초효율성 T검정 결과	77
<표 IV-24> 전체기간 초효율성 순위합검정 결과	78



<그림 목차>

[그림 II-] 고등어 어획 현황	7
[그림 II-] 전갱이 어획 현황	9
[그림 II-] 붉은대게 어획 현황	11
[그림 II-] 개조개 어획 현황	12
[그림 II-] 키조개 어획 현황	13
[그림 II-] 대게 어획 현황	15
[그림 II-] 오징어 어획 현황	16
[그림 II-] 도루묵 어획 현황	18
[그림 II-] 갈치 어획 현황	19
[그림 II-] 참조기 어획 현황	21
[그림 II-] 멸치 어획 현황	22



A Comparative Analysis on Korean Offshore Fisheries Efficiency
by TAC Species

Hyo Jeong Seo

Department of Applied Economics, The Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

The object of this study is comparative analysis on Korean offshore fisheries efficiency by TAC species. Fisheries efficiency is measured by Data Envelopment Analysis method (DEA) and Super-Efficiency.

Decision making units are 13 fisheries (TAC target) and 9 fisheries (TAC non target). This study analyzed both TAC and non-TAC species by utilizing annual data from 2011 to 2015.

The analyzed result of DEA method showed that the TAC target fisheries are more efficient than TAC non-target fisheries, but the result turned out to be partially significant by rank sum test.

Also the results of the Super-Efficiency analysis showed that the efficiency of the TAC species was higher, but T-statistic implies that it is not significant. In the last part of this study efficiency analysis was conducted with 110 DMU including whole period of analysis. As result, TAC target species was efficient than non-TAC species.

However, these results are not caused by TAC system, but to the differences in fisheries.

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

어장의 조업환경 악화와 자원의 남획에 따른 낮은 자원량 수준으로 인해 우리나라 연근해 어업의 생산량은 지난 50년간 절반 수준으로 감소하였다. 이에 정부는 수산업의 지속성을 유지하기 위해서 어업에 각종 규제를 강화하였다. 정부가 90년대까지 주로 사용하던 어업면허와 어업허가, 어선 톤수, 어선 크기, 그물코의 제한, 어업시기와 어획크기와 같은 기술적 규제나 허가제 위주의 어업관리는 어업 기술의 발달 및 조업 경쟁 심화로 인해 증가한 어획노력량을 통제하여 수산자원의 재생산력을 유지하는데 어려움이 있었기 때문이다. 또한 한·일, 한·중 어업협정의 체결로 인한 조업어장의 축소 및 자원의 감소는 과다 경쟁을 통한 자원량 감소의 악순환을 되풀이되게 하였다. 이 때문에 정부는 자원의 증강을 통한 지속적 어업 발전 도모와 어업인의 소득 안정을 위해 1999년부터 TAC (Total Allowable Catch: 총허용어획량)제도를 도입하여 대상 어종의 어획량을 직접 관리하기 시작하였다.

TAC 제도의 대상어종은 1999년 고등어, 전갱이, 정어리, 붉은대게 등 4개 품종을 시작으로, 2011년 고등어, 전갱이, 붉은대게, 키조개, 대게, 꽃게, 오징어, 도루묵, 개조개, 참홍어, 제주소라 총 11개 품목으로 확대되어 현재까지 유지되고 있다. 시행 초기에 비해 대상 품목이 증가하였으나 2011년 이후 정체되고 있는 모습을 보이고 있으며, 이는 해당 제도의 확대 시행에 어려움이 있음을 시사하고 있다.

실제로 TAC 대상 어종에 대한 자원평가에 대한 어업인의 낮은 신뢰도는 꾸준히 제도의 문제점으로 제기되고 있으며 이에 따른 TAC 할당량 수준에

대한 불신으로 이어지고 있다. 또한 복잡한 이해관계로 인해 정부에서 제시하는 일부 어종의 TAC 할당량 수준이 지나치게 높아 실제 어획량이 TAC 수준에 미치지 못하는 문제가 발생하고 있으며, 실제 어획량과 TAC 신고 어획량이 상이한 문제도 발생하고 있다. 이러한 문제들은 TAC 제도의 자원관리 효과를 저하시키는 요인이 되고 있다.

이러한 배경 하에서 지속적인 수산자원의 이용을 위해서는 정부의 수산자원관리 정책이 실제 해당 어종의 관리에 미치는 영향을 파악해볼 필요가 있다고 판단된다. 이에 따라 본 연구에서는 지속적으로 실효성에 의문이 제기되고 있는 TAC 대상 여부에 따른 어업어종간의 생산 효율성 비교를 통해 정책이 해당 어업에 미치는 영향을 간접적으로 파악해보고자 한다. 더 나아가 분석을 통해 비효율성의 원인을 파악하고 생산 효율성 개선을 위한 기초적인 정보를 제공하여 어업관리 제도의 발전에 보탬이 되고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 DEA(Data Envelopment Analysis: 자료포락분석) 분석과 초효율성 분석을 이용하여 TAC 대상 유무에 따른 어업어종의 효율성을 비교하였다. 분석은 2011년에서 2015년까지의 각 기간별로 진행되며 분석에 사용되는 투입변수는 어구비, 연료비, 임금, 톤수 등이다. 산출변수는 생산량과 생산금액이며 투입변수에는 각 어업어종의 생산 비중을 반영하여 분석을 진행하였다. 분석의 대상이 되는 DMU(Decision Making Unit: 의사결정 단위)는 모두 22개로 TAC 대상 어업어종의 DMU는 총 13개, 비대상 어업 어종은 총 9개가 사용되었다.

DEA모형을 통해 도출된 결과의 유의성 검증은 순위합 검정(Rank-Sum Test)을 이용하며 초효율성 모형을 통해 분석된 결과는 T검정(T-Test)을

통해 통계적 유의성을 검증하였다.

추가적으로 기간에 따른 효율성의 개선 추이를 파악하기 위해 2011년~2015년까지의 전체 기간을 종합하여 초효율성 분석을 진행하였으며, 앞선 효율성 분석에 사용된 투입·생산 변수들 가운데 금액에 해당하는 모든 항목을 2010년을 기준으로 현재가치화 하여 분석에 이용하였다. TAC 대상 어업어종은 총 65개, TAC 비대상 어업어종은 총 45개로 총 110개의 DMU가 분석에 사용되었으며, 해당 분석 결과는 기간별 DMU별로 나누어 전체적인 효율성 변화의 양상을 파악하는데 사용하였다.

3. 선행연구의 검토

정부의 수산업 관련 정책은 다양하며 이에 대한 연구 또한 꾸준히 진행되어 왔다. 본 연구에서는 본 연구의 내용과 연관성이 있는 어업관리 정책에 국한하여 선행연구를 분석하였다.

총허용어획량제도와 관련한 연구로는 '뉴질랜드 ITQ 시스템의 경제적 성과분석과 이의 한국수산업에 대한 도입가능성에 관한 연구'(박철형, 2002)가 있는데, 해당 연구에서는 TAC제도가 한계에 봉착하고 있음에 따라 뉴질랜드의 ITQ 시스템이 국내 수산업에 도입될 수 있는 가능성에 대해서 분석을 진행하였으며, 향후 ITQ로의 단계적인 이행이 필요함을 언급하였다.

'시장유인적 어업관리를 위한 산업조직정책에 관한 연구'(신용민, 2003)에서는 어업관리 정책 가운데 TAC와 자율관리어업 정책에 대한 평가를 진행하며 시장성과를 고려한 경쟁정책의 도입이 필요함을 주장하였다.

'자원회복계획 하에서의 총허용어획량 어업정책 효과에 관한 생물 경제학적 분석'(김도훈, 2003)에서는 생물경제모형을 이용하여 TAC 물량의 적정성을 분석하였으며, 해당 분석 방법을 이용하여 '도루묵 수산자원회복계획

에서의 TAC 정책 평가'(김도훈, 2015) 연구도 진행하였다. 2015년의 연구에서는 도루묵의 자원회복이 성공적이기는 하나 TAC를 통한 도루묵의 관리 개선해야할 과제가 많다는 결론을 내렸다.

'다수어종·다수어업의 TAC 평가에 관한 연구'(류정곤 외, 2005)에서는 다수어종·다수어업의 상호작용을 고려한 TAC 평가 모델의 개발이 필요함을 주장하며, 여러 생물경제모형을 이용한 분석 모델을 제시하였으며, 대형선망어업에 어획되는 어종들에 관한 분석을 시행하였다.

또한 '수산자원회복계획의 성과평가 개선방향에 관한 연구'(김대영 외, 2011)에서는 수산정책과 관련하여 체계적인 성과평가체계의 도입이 필요함을 언급하며 수산자원회복계획의 실태를 분석하고 성과평가체계가 나아가야 할 방향을 제시하고 있다.

수산업에서 효율성 분석을 이용한 선행 연구 가운데 본 연구와 연구대상이 유사한 연구로는 'DEA/Window를 이용한 연근해어업의 주요업종별 효율성 비교 연구'(김지우, 2013)가 있는데, 해당 연구의 연구대상은 2007년에서 2010년까지의 15개 연근해 주요업종이며, 분석에 사용된 투입변수는 어구비, 연료비, 임금 이었다. 산출변수로는 어업수입과 부가가치를 사용하여 DEA와 Window 방법을 활용한 분석을 진행하였다. 또 다른 연구로는 '자료포락분석을 이용한 근해어업 생산성 비교분석'(이정민, 2015)이 있는데 사용된 분석 방법은 Window와 Malmquist분석 방법이며, 2004년에서 2015년까지의 13개 근해 업종을 대상으로 연구를 진행하였다. 투입변수로 사용된 항목은 마력수와 종사자수이며 산출변수로는 어획량과 어업수입이 사용되었다.

그밖에도 'Super-SBM을 이용한 어항의 효율성분석에 관한 연구'(박철형, 2010)에서는 초효율성과 대응표본 T검정을 이용해 38개 국가지정 어항에 대한 효율성 분석을 실시하였으며, 투입변수로는 전업인구, 어선수, 조성 면적, 위판장 면적이 사용되었으며, 산출변수로는 생산량과 생산액이 사용되었다.

효율성 분석을 이용하여 TAC의 효과를 분석한 연구로는 'DEA를 이용한 TAC효과 분석'(서효정 외, 2016)이 유일한데, 해당 연구는 DEA와 초효율성을 이용해 효율성을 분석하고 순위합 검정을 이용해 결과의 유의성을 분석하였다. 분석의 대상은 1993년에서 2013년까지의 붉은대게 근해통발어업이며, 투입변수로는 척, 톤, 마력이 사용되었고 산출변수로는 생산량, 생산금액이 사용되었다.

우리나라 연근해 어업 및 어종에 관해 진행된 연구는 인문사회과학적인 연구와 자연과학적인 연구로 나뉘는데 인문사회과학 분야의 연구로는 '우리나라 연근해어업의 어획능력 측정에 관한연구'(이정삼, 2006)가 있으며, 지속적인 어업발전의 달성을 위해서는 어획능력 축소가 필요함을 주장하며, 이를 위해 각 어업별 어획능력의 측정 및 평가를 진행하였다. 또한 해당 연구를 통해 어획능력을 효율적으로 관리하기 위한 수단과 추진방향을 제시하고 있다.

이외에도 '대게 연안자망어업의 경제적 적정 어구사용량 분석'(김도훈, 2008), '생물경제모델을 이용한 고등어자원의 최적 어획량 추정에 관한 연구'(조정희 외, 2011), '동해안 대게 자망어업의 어획 성능 및 어획 능력 평가'(이경훈 외, 2012), '동태적 접근을 통한 멸치자원의 최적어획량 분석'(장윤영, 2013), 'ITQ 어업관리제도의 경제적 효과에 관한 연구 : 붉은대게 어업을 중심으로'(강경희, 2013) 등이 있으며, 각각의 연구를 통해 개별 어종과 업종에 관한 분석을 실시하였다. 자연과학적인 연구로는 '대형선망어업의 어황 및 해황 특성'(이해님, 2009)이 있으며, 해당 연구는 해황의 변동을 분석하고 어장과 해황과의 관계를 분석하고 있다.

이상의 선행 연구들에서는 특정 대상에 대해서만 주로 연구가 이루어졌으나 본 연구에서는 분석 대상을 넓혀 여러 어업어종에 대한 연구를 진행하였으며, 여러 형태의 자료를 사용하여도 분석이 가능한 효율성 분석 기법을 활용하여 TAC 대상 어종의 전반에 관련한 연구를 진행하였다는 차이점이 있다.

Ⅱ. 분석 대상 어종별 특성 및 어업 현황

우리나라에서 TAC 제도를 통해 어획량을 관리하는 대상은 고등어, 전갱이, 붉은대게, 개조개, 키조개, 제주소라, 대게, 꽃게, 오징어, 도루묵, 참홍어 등 총 11개 어종이다. 그러나 우리나라 해역의 특성상 특정 어업이 목표어종만을 어획하는 것이 아니라 복수 어업에 의해 다수 어종이 혼획되므로 우리나라 TAC는 어종 베이스가 아닌 어업어종을 베이스로 관리가 이루어진다. 이 때문에 본 연구에서는 분석의 대상이 되는 어종과 해당 어종의 주요 업종을 대상으로 분석을 진행하였다.

TAC 대상 어종은 총 11개 어종이나 본 연구에서는 자료 확보의 문제로 인해 제주소라, 꽃게, 참홍어를 제외한 8개 어종을 대상으로 연구를 진행하였다. 비교를 위한 TAC 비 대상 어종은 2016년 어획량 기준 우리나라 연근해 10대 어종¹⁾ 가운데 대중적이며, 자원관리의 필요성이 높은 어종을 기준으로 갈치, 참조기, 멸치를 선정하였다. TAC 어종과 마찬가지로 해당 어종을 어획하는 비중이 높은 주요 업종을 함께 선정하여 각 어업어종 단위의 자료를 확보하였다.

해당 장에서는 분석에 사용되는 TAC 유무별 어종들의 생태적 특성과 어획현황을 서술하고자 한다.

1. TAC 대상 어종

가. 고등어

1) 멸치, 고등어류, 살오징어, 붉은대게, 갈치, 삼치류, 청어, 참조기, 전갱이류, 굴류.

고등어는 다확성 대중어로서 우리나라 일반해면 어업 중 가장 생산량이 높은 어종의 하나이며, 최근 어획량 변동 폭이 높아짐에 따라 생산량의 풍흉에 의한 가격의 변화 또한 크게 나타나는 것으로 파악되고 있다. 고등어의 분포 장소는 전 대양의 열대, 온대 해역 등이며, 우리나라의 전연안과 중국, 일본 전 연안, 동중국해 등에 분포하고 있다. 고등어는 약 3cm 가량 자라면 크기별로 무리를 지어 이동하는 군집 특성을 보이는데 이러한 특성은 고등어 자원이 어획노력에 의해 쉽게 영향을 받는 원인이 된다.

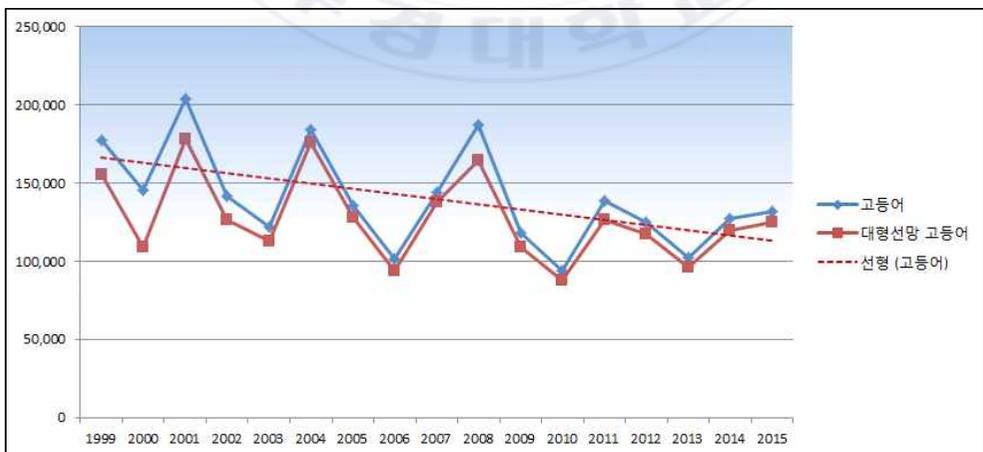
고등어는 주광성이 강하고 주로 야간에 활동하는 특징을 지니고 있어 불빛을 이용하는 대형선망의 주 어업 대상이 되고 있다. 최근 5년 기준(2011~2015) 대형선망으로 어획되는 고등어의 비율은 전체 업종의 93.52%를 차지하고 있으며, 주요 업종별 고등어의 생산비율은 아래의 <표 II-1>로 나타낼 수 있다.

<표 II-1> 최근 5년간 업종별 고등어 생산비율

(단위: %)

구분	대형선망	정치망	근해자망	기타
비율	93.52	1.63	1.08	3.77

자료: 수산정보포털 데이터 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-1] 고등어 어획 현황

고등어는 한·중·일이 동일하게 이용하는 자원으로 그 중요성이 높다고 판단되어 1999년부터 TAC 제도를 통해 관리되고 있으며, 대형선망으로 어획되는 고등어중 망치고등어를 제외한 고등어가 TAC 관리 대상 품종이다. 위의 [그림 II-1]은 TAC가 실시된 시점인 1999년부터 현재까지의 고등어 어획현황을 나타내고 있는데 연도별로 어획량의 변동이 크게 나타나고 있으며, 고등어의 총 어획량과 TAC 대상인 대형선망으로 어획되는 고등어의 어획량 변화추이가 동일한 모습을 보이고 있음을 알 수 있다. 점선으로 나타나는 선은 고등어 어획량의 변화 추세를 나타내는 선형 추세선으로 고등어 어획량이 전반적으로 감소하는 추이를 보이고 있음을 나타낸다.

고등어의 어획량은 2001년 20만 톤 수준을 기록한 이후 2002년과 2003년 각각 141,751 톤과 122,044 톤으로 감소하는 모습을 보였다. 그 이듬해인 2004년에 다시 184,274톤으로 어획량이 증가하였으나 다시 등락을 반복하며 2015년에는 131,735톤 수준의 부진한 어획량을 기록했다. 이는 TAC 업종으로 선정된 이후 최대 어획량을 나타냈던 2001년의 65% 수준이다.

국립수산과학원의 2015년 보고서에 따르면 고등어 자원의 상태는 점차 회복세를 나타내 평형상태에서 증가하고 있는 것으로 판단된다. 고등어는 그 간 체장 제한, 포획 금지기간 등의 자원관리 수단이 적용되지 않던 어종이었으나 2016년 5월 1일부터 수산자원관리법 시행령의 개정에 따라 포획 체장에 대한 규제가 시행되고 있다.

나. 전갱이

전갱이는 온대성의 회유성 어종으로서 한국, 일본 남부, 동중국해, 대만 등의 북서태평양에 분포한다. 우리나라에서는 전 연안에 분포하며 4~7월이 산란기이다. 전갱이는 고등어 어획 시에 부수적으로 잡히는 어종이며, 이 때문에 전갱이를 어획하는 주요 업종도 고등어와 같은 대형선망이다. 그

외 전갱이 생산비율이 높은 주요업종은 아래의 <표 II-2>와 같다.

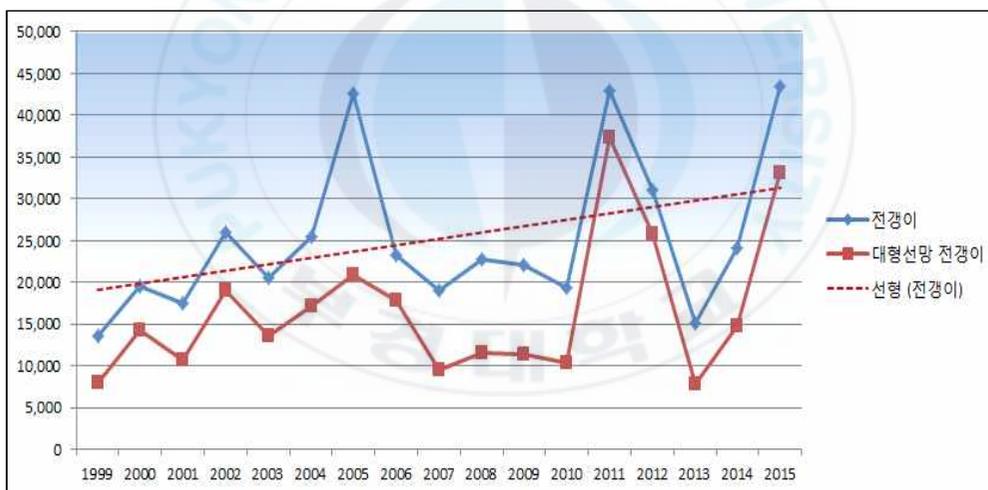
전갱이는 과거 고등어보다 값이 저렴하였으나 근래에는 어획량이 줄어들어 고등어보다 높은 가격을 형성하고 있다. 최근 5년 기준 전갱이가 대형선망으로 생산되는 비율은 75.93%이며, 정치망, 소형선망, 쌍끌이대형기저 등을 통해서도 어획이 이루어지고 있다.

<표 II-2> 최근 5년간 업종별 전갱이 생산비율

(단위: %)

구분	대형선망	정치망	소형선망	쌍끌이대형기저	기타
비율	75.93	6.02	4.82	2.64	10.59

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 자료 재가공.

[그림 II-2] 전갱이 어획 현황

전갱이는 1999년부터 TAC를 실시하였으며, TAC 선정 초기 부진한 어획량을 보이던 것과 달리 근래에 이룰수록 어획량이 점차 증가하고 있다. [그림 II-2]의 전갱이 어획 현황을 살펴보면 전반적으로는 어획량이 증가하는

추세를 나타내고 있으나 어획량의 변동 폭이 매우 크며 일정한 패턴 없이 갑자기 감소하거나 증가하는 모습을 보이고 있음을 알 수 있다.

전갱이는 2005년, 2011년, 2015년에 각각 42,608톤, 42,853톤, 43,362톤의 높은 생산량을 나타냈으나 이외의 기간에는 최고 어획량의 절반에도 미치지 못하는 부진한 어획고를 보이는 등 어획량의 증감 폭이 매우 높게 나타나고 있다.

다. 붉은대게

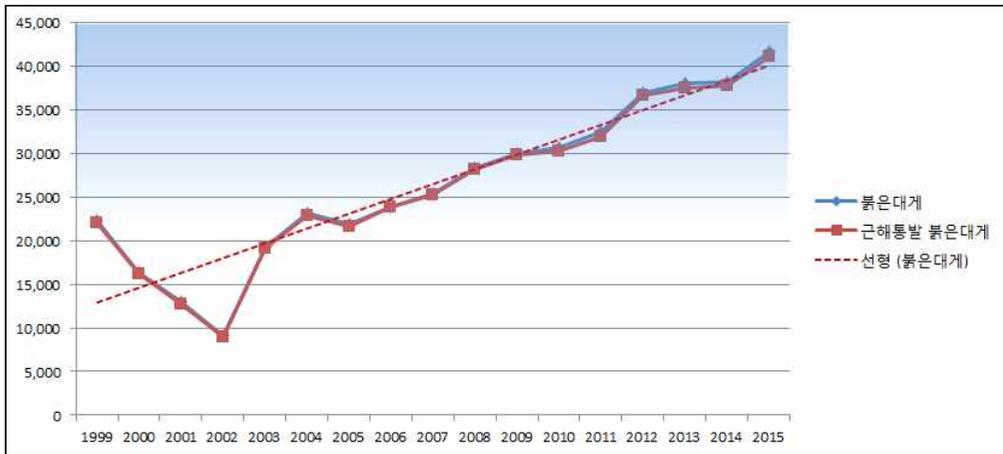
붉은대게는 이동성이 낮은 저서 자원으로서 일본의 서해 및 오후츠크해와 우리나라의 동해에 서식하고 있으며, 산란기는 2~3월이다. 성체까지 성장하는데 8~10년으로 장기간이 소요되며 수명은 15세에서 17세 까지로 추정되어 자원관리의 필요성이 큰 어종으로 1999년 TAC 대상 어종으로 선정되었다. <표 II-3>에서 알 수 있듯이 대부분 근해통발을 통해 어획이 이루어지고 있어 붉은대게 근해통발이 TAC관리대상 업종이 되고 있다.

<표 II-3> 최근 5년간 업종별 붉은대게 생산비율

(단위: %)

구분	근해통발	기타
비율	98.83	1.17

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-3] 붉은대게 어획 현황

붉은대게는 이동성이 낮고 주요 업종이 근해통발로 고정되어 있어 TAC 제도가 비교적 성공적으로 정착된 어종이다. 해당 제도를 통해 붉은대게의 자원수준은 과거에 비해 높은 수준으로 회복된 것으로 판단되고 있다. [그림 II-3]은 붉은대게의 어획 현황을 나타내고 있는데, TAC 실시 이후인 2002년의 붉은대게의 어획량은 9,166톤으로 급감하였으나 그 이듬해인 2003년부터 어획량을 회복하며 지속적인 증가세를 보이고 있다. 가장 최근인 2015년은 41,647톤의 어획량을 달성해 붉은대게가 어획된 이래 최고의 어획량을 달성하였다.

라. 개조개

일본 북해도 연안 및 중국 대륙 연안, 우리나라 전역에 서식하는 개조개의 산란기는 6~12월이며, 주로 잠수기 어업을 통해 연중 어획된다. 최근 5년을 기준으로 개조개를 생산하는 비중이 높은 주요업종은 아래의 표와 같다. 개조개는 그 수요가 계속 증가하고 있으며, 해당 어종이 연안어업에서

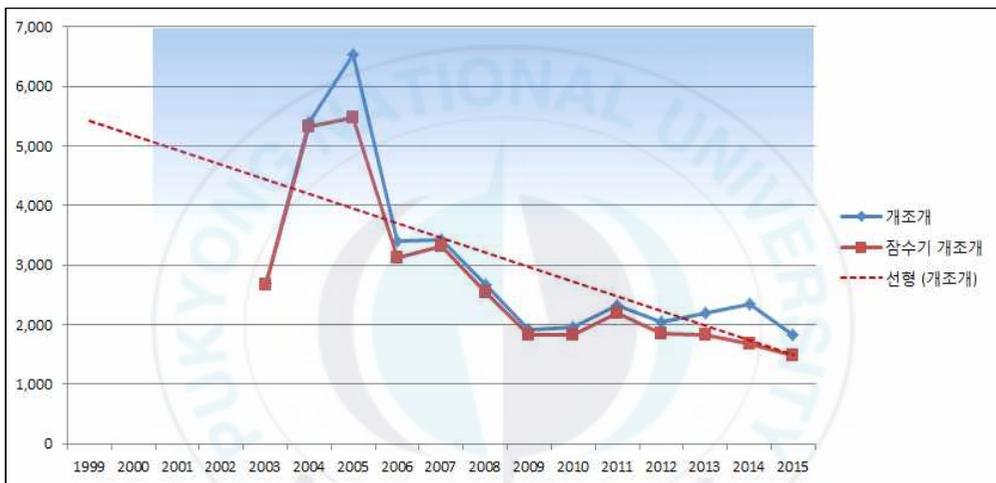
차지하는 경제적 중요성도 높으나 지나친 남획으로 인해 자원량이 감소하여 어획량이 지속적으로 감소하고 있는 실정이다.

<표 II-4> 최근 5년간 업종별 개조개 생산비율

(단위: %)

구분	잠수기	마을어업	기타
비율	84.23	12.53	3.23

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-4] 개조개 어획 현황

개조개는 무허가 잠수기선 및 형망어선의 야간 불법 조업으로 인해 무분별한 남획이 이루어져 자원의 감소수준이 심각한 상태이며, 이로 인한 비계통 출하가 성행하고 있는 어종이다. 자원회복을 위한 자율 금어기에 대한 어업인의 참여율 또한 저조하여 이에 대한 대책마련이 필요한 실정이다.(국립수산과학원, 2015) [그림 II-4]는 개조개 어업의 어획 현황을 나타내고 있는데, 2001년부터 잠수기 개조개 어업이 TAC 대상으로 지정되어 자원관리가 이루어진 이후 2004년(5,321톤)과 2005년(5,467톤)에 어획량이 증가하는

모습을 보였으나 2006년(3,127톤)부터 급격한 하락이 이루어져 지속적인 어획량 감소 현상이 발생하고 있다.

마. 키조개

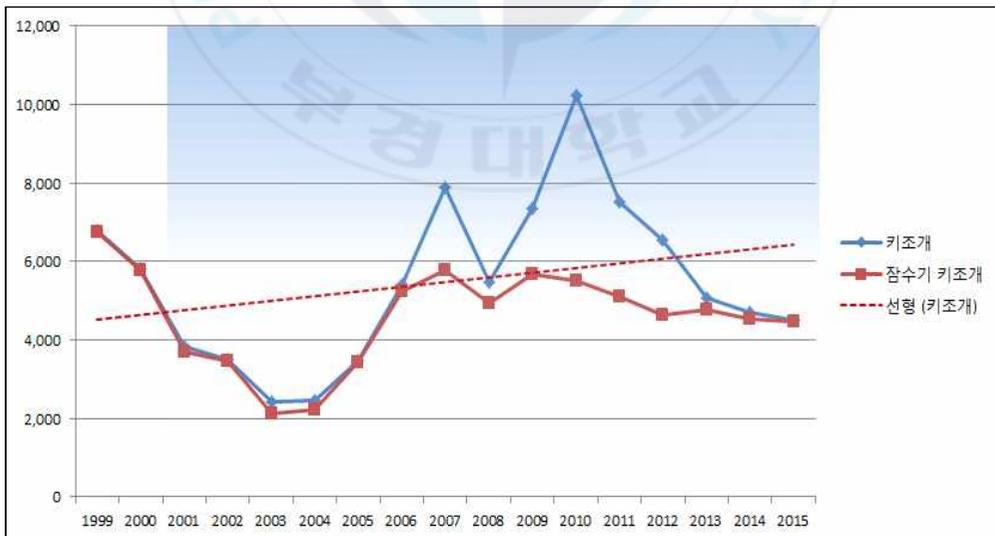
키조개는 인도, 태평양, 동인도, 필리핀, 남동 중국해 등과 우리나라의 남·서해안과 일본에 분포하고 있으며, 산란 시기는 7~8월이다. <표 II-5>에서 나타나듯 대부분 잠수기 어업을 통해 어획되며 환경오염과 자원의 남획으로 인해 자원량이 감소하여 양식의 필요성이 커지고 있는 어종이다.

<표 II-5> 최근 5년간 업종별 키조개 생산비율

(단위: %)

구분	잠수기	근해형망	패류형망	기타
비율	84.23	13.53	2.75	0.78

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-5] 키조개 어획 현황

자원량의 관리를 위해 키조개는 2001년 TAC 대상 어종으로 선정되었으며, 관리 대상 업종은 잠수기 어업이다. [그림 II-5]에서 알 수 있듯이 전체 키조개 어획량과 잠수기 키조개 어획량은 2006년까지는 거의 동일한 모습을 보였으나 이후 2007년부터 2012년 까지 어획량에 다소 차이가 나타났다. 이는 해당 시기에 허가 받지 않은 근해형망 어선들의 불법포획으로 인한 문제가 지속적으로 발생하였기 때문으로 판단된다. 근해형망의 불법조업에 대한 단속으로 2013년 이후 잠수기 어업의 어획고와 전체 어획고는 다시 유사한 모습을 보이고 있으나 자원량은 기존의 불법조업으로 인해 다소 감소된 것으로 판단되고 있다.

바. 대게

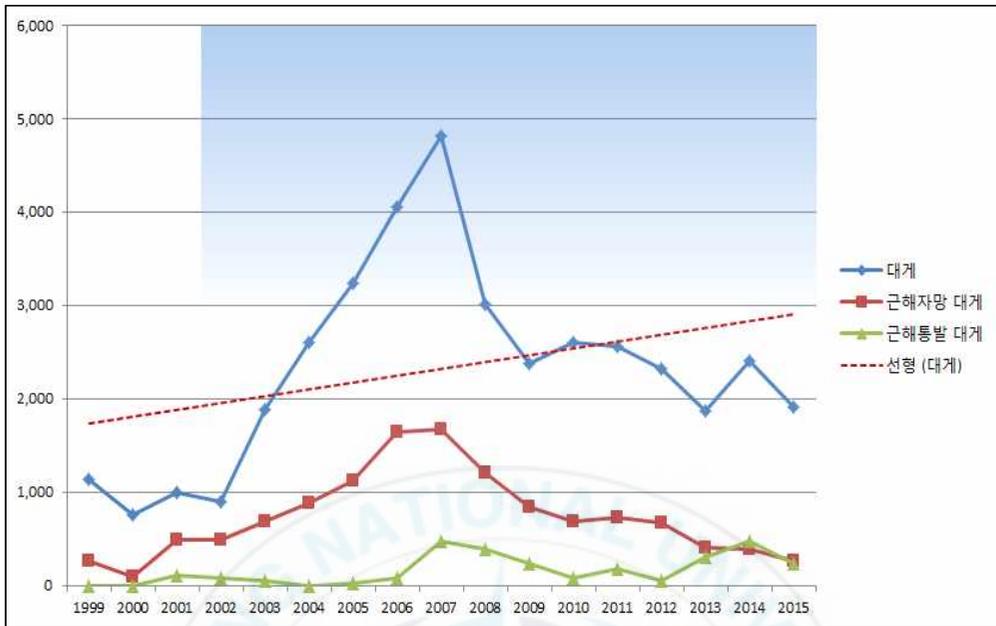
대게는 북태평양 및 북대서양의 북미 대륙, 베링해, 오호츠크해와 우리나라의 동해에 서식하고 있으며, 산란기는 1~3월이다. 암컷의 수명은 9~12년, 수컷의 수명은 13년 정도로 추정된다. 금어기와 포획 체장 제한 등의 자원관리가 이루어지고 있으며, 2002년에 TAC 대상어종으로 지정되었다. <표 II-6>는 최근 5년간 업종별 대게 생산비율을 나타내고 있는데, 대게가 가장 많이 생산되는 업종은 연안자망으로 최근 5년 기준 전체 생산량의 61.92%를 생산하고 있다.

<표 II-6> 최근 5년간 업종별 대게 생산비율

(단위: %)

구분	연안자망	근해자망	근해통발	연안통발	기타
비율	61.92%	22.12%	11.11%	4.36%	0.49

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-6] 대게 어획 현황

[그림 II-6]은 대게의 어획 현황을 나타내고 있다. 대게는 2002년 TAC 대상 어업으로 선정된 어획량이 급격히 증가하여 2007년 4,817톤의 어획고를 달성하였으나, 암컷대게와 어린대게의 불법 포획 행위로 인한 자원의 감소로 이후 지속적으로 어획량이 감소하는 모습을 보이고 있다. 또한 대게를 가장 많이 생산하는 업종은 연안 통발이나, 연안어업의 경우 관리가 용이하지 않아 TAC의 관리 대상 업종이 근해자망과 근해 통발로 규정되어 있는 탓에 대게의 TAC 관리에 허점이 많다는 평가를 받고 있다.

사. 오징어

오징어는 일본의 태평양 연안 일대와 중국동해, 황해, 동해 전역, 오토츠크 해에서 캄차카 반도까지 넓게 분포하는 어종으로서 12~3월이 산란기로

추측된다. 1년생으로 알려져 있어 연령급이 종재하지 않으며, 주로 트롤어업과 채낚기어업에 의해 어획된다. 오징어의 경우 살오징어만이 TAC의 대상 어종이며, 근해채낚기와 대형선망, 대형트롤, 동해구트롤이 관리 업종으로 지정되어 있다. 오징어를 어획하는 주요 업종은 <표 II-7>과 같다.

<표 II-7> 최근 5년간 업종별 오징어 생산비율

(단위: %)

구분	대형트롤	근해채낚기	동해구중형트롤	대형선망	기타
비율	39.70	25.06	22.10	4.13	9.00

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-7] 오징어 어획 현황

[그림 II-7]은 오징어와 오징어 TAC 대상 업종의 어획 현황을 나타내고 있는 그래프이다. 오징어는 2007년에 TAC 대상 어종으로 관리되기 시작하였으나, TAC의 실시에도 불구하고 오징어의 생산은 수온의 변화와 중국

어선들의 러시아, 북한 수역 조업 등의 영향으로 증감을 반복하며 지속적으로 감소하고 있는 모습을 보이고 있다.

아. 도루묵

도루묵은 일본, 캄차카, 사할린, 알래스카 등과 우리나라의 동해에 분포하는 어종으로서 수명은 약 6년, 산란기는 11~1월이다. 도루묵은 과거에 비해 어획량 수준이 크게 감소하여 2006년 수산자원회복 계획의 초기 시범 대상 종으로 선정되었으며, 2009년에 TAC 대상 품목이 되었다.

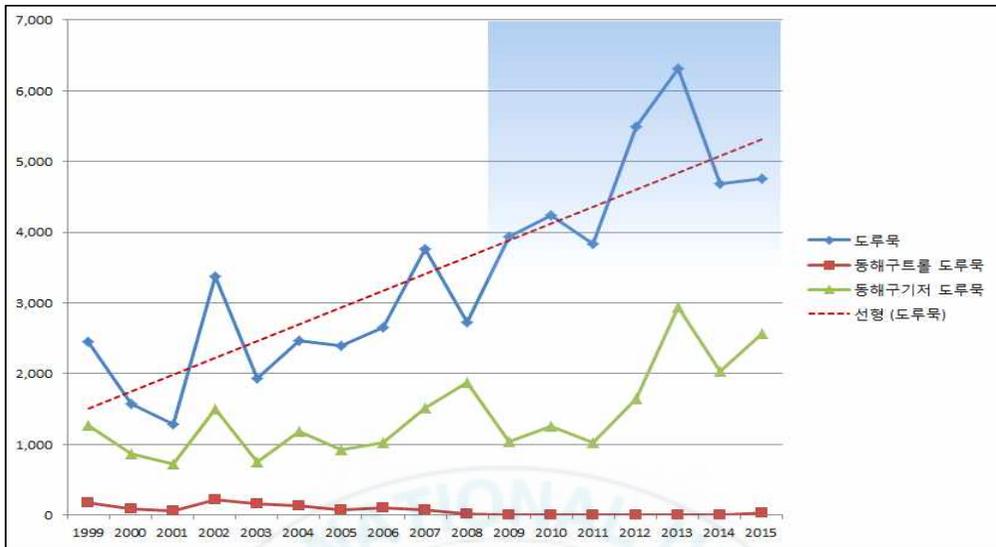
도루묵 수산자원회복계획 시범사업 초기 목표어획량은 2015년까지 3,100톤을 달성 하는 것이었으나 시행 초기에 목표량을 이미 달성하였고 그에 따라 목표 어획량의 수준도 점차 증가되고 있는 추세이다(MOF, 2005). 도루묵의 TAC 대상 업종은 동해구트롤과 동해구기저이나 동해구트롤로 어획되는 도루묵의 비중은 지속적으로 낮아져 최근 5년 평균 어획비율이 0.19%로 저조한 모습을 보였다. 이에 반해 연안자망의 도루묵 어획 비중은 점차 증가하여 최근 5년 기준 전체 도루묵 어획의 52.85%를 차지하였다.

<표 II-8> 최근 5년간 업종별 도루묵 생산비율

(단위: %)

구분	연안자망	동해구기저	정치망	동해구트롤	기타
비율	52.85	40.74	2.54	0.19	3.68

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-8] 도루묵 어획 현황

수산자원회복계획 사업의 시행을 통한 도루묵의 자원회복은 성공적이라는 평가를 받고 있으며, [그림 II-8]에서 알수 있듯이 어획량 또한 꾸준한 증가세를 보이고 있다. 이러한 추세에 따라 TAC 물량은 매년 증가하고 있으나 실제 어획량 수준이 TAC 물량에 미치지 못하고 있다는 문제가 발생하고 있으며, TAC 대상 업종으로 지정된 동해구트롤이 전체 생산량에서 차지하는 비중이 낮아 도루묵에 대한 TAC 정책의 실효성에 대해서는 의문이 제기되고 있는 실정이다.

2. TAC 비 대상어종

가. 갈치

다확성 대중어인 갈치는 과거에는 가격이 저렴하였으나 자원의 현저한

감소로 인해 지금은 고급 어종으로 분류되고 있는 어종으로서 2009년부터 수산자원회복계획²⁾ 대상에 속해 있는 어종이다.

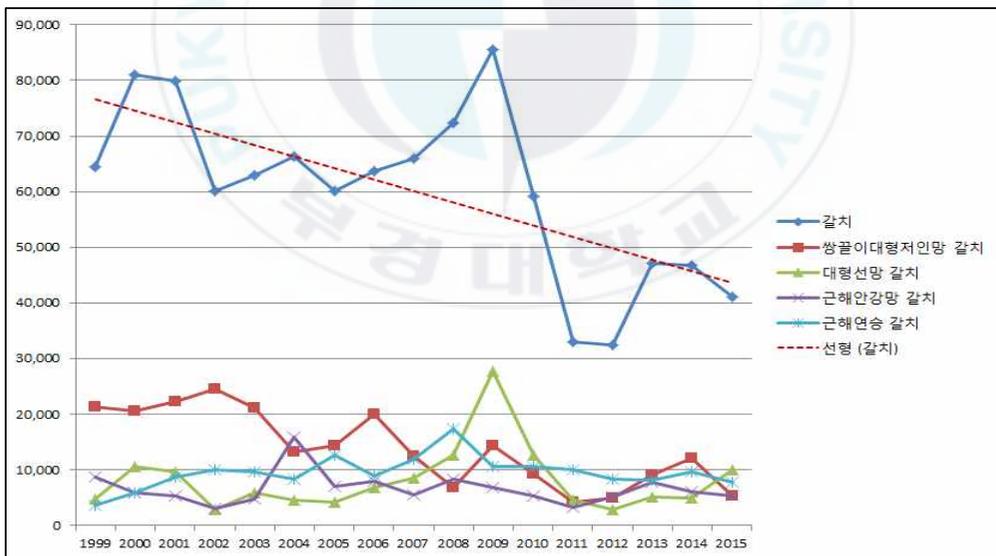
갈치는 전 세계의 온대 및 아열대 해역과 일본, 동중국해와 우리나라의 서해, 남해, 제주 해역에 서식하고 있으며, 수명은 7년 정도로 5~10월이 산란기로 추정된다. 갈치를 어획하는 주요 업종을 아래의 <표 II-9>에서 살펴보면 최근 5년을 기준으로 근해연승, 연안복합, 쌍끌이대형저인망, 대형선망, 근해안강망의 순으로 갈치의 생산 비중이 높은 것으로 나타났다.

<표 II-9> 최근 5년간 업종별 갈치 생산비율

(단위: %)

구분	근해연승	쌍끌이대형저인망	연안복합	대형선망	근해안강망	기타
비율	22.02	17.85	13.15	11.47	10.21	25.29

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-9] 갈치 어획 현황

2) 수산자원회복계획은 자원이 현저하게 감소하고 경제성이 높은 중, 자원평가가 가능하고 인위적 관리가 용이하며 어업인의 참여가능성이 높은 종을 관리 대상 어종으로 선정한다(2011. 김대영 외).

EEZ 설정과 중국 조업선의 증가에 따라 어장이 축소되면서 갈치의 어획량은 점차 감소하는 경향을 나타내고 있다. [그림 II-9]의 갈치 어획 현황을 살펴보면 2009년 갈치의 어획량은 85,450톤으로 다소 회복되는 듯하였으나 2010년부터 어획량이 급감하여 2009년의 절반 수준에 머무르고 있다. 2010년 이후 갈치의 어획실적이 저조한 것은 낮은 수온으로 인해 어장 형성이 곤란하였던 점이 요인 이었던 것으로 보이며, 2013년에는 낮은 수온대가 이전 해에 비해 좁게 분포하여 어획량이 회복되는 경향을 보였다(국립수산물학원, 2015).

나. 참조기

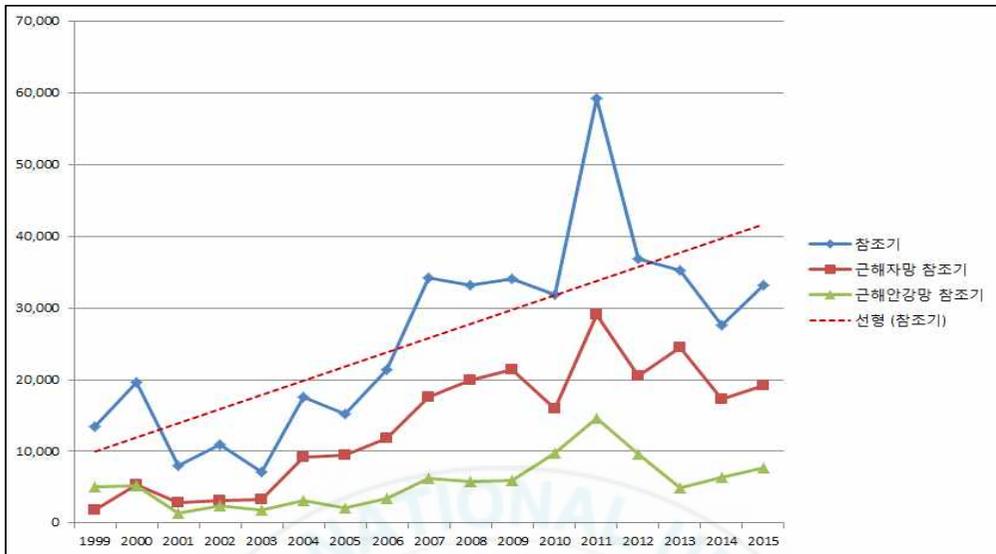
참조기의 서식지는 발해만, 동중국해 등과 우리나라의 서·남해 이며, 산란 시기는 3~6월이다. 최근 5년을 기준으로 참조기가 가장 많이 어획되는 업종은 근해자망과 근해안강망 어업이며, 참조기 자망어업의 경우 다른 어업에 비해 규모가 작음에도 불구하고 어획물 관리가 잘되고 있어 거래 가격이 높아 경쟁력이 있는 어업으로 평가되고 있다(백철인 등, 2010). 아래의 <표 II-10>은 최근 5년간의 업종별 참조기 생산비율을 나타내고 있으며, [그림 II-9]는 참조기의 어획현황을 나타내는 그래프이다.

<표 II-10> 최근 5년간 업종별 참조기 생산비율

(단위: %)

구분	근해자망	근해안강망	연안자망	연안개량안강망	기타
비율	57.52	22.48	6.68	4.32	2.90

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-10] 참조기 어획 현황

참조기는 2007년 수산자원회복계획의 목표 중으로 선정되었으며, TAC 대상 어종인 도루묵과 함께 자원회복 사업을 통해 자원회복목표를 달성한 어종이다. 참조기의 어획 현황은 [그림 II-10]의 그래프에 나타나있다. 참조기는 기후 변화에 의한 가입자원의 감소와 중국어선의 불법 어획과 미성어의 대량 어획으로 인해 자원의 감소가 이루어졌으나 2000년 중반부터 수온의 상승으로 인한 가입자원의 감소와 자원회복사업의 지속적 추진으로 인해 다시금 자원이 증가하게 되었다. 이에 따라 참조기의 어획량은 지속적으로 증가하였으나 2011년 59,226톤의 어획량을 기록한 후 다소 감소하는 경향을 보이고 있어 지속적인 자원관리 노력이 필요할 것으로 판단된다.

다. 멸치

멸치는 우리나라 연근해어업에서 가장 생산량이 많은 대표적 수산자원이며,

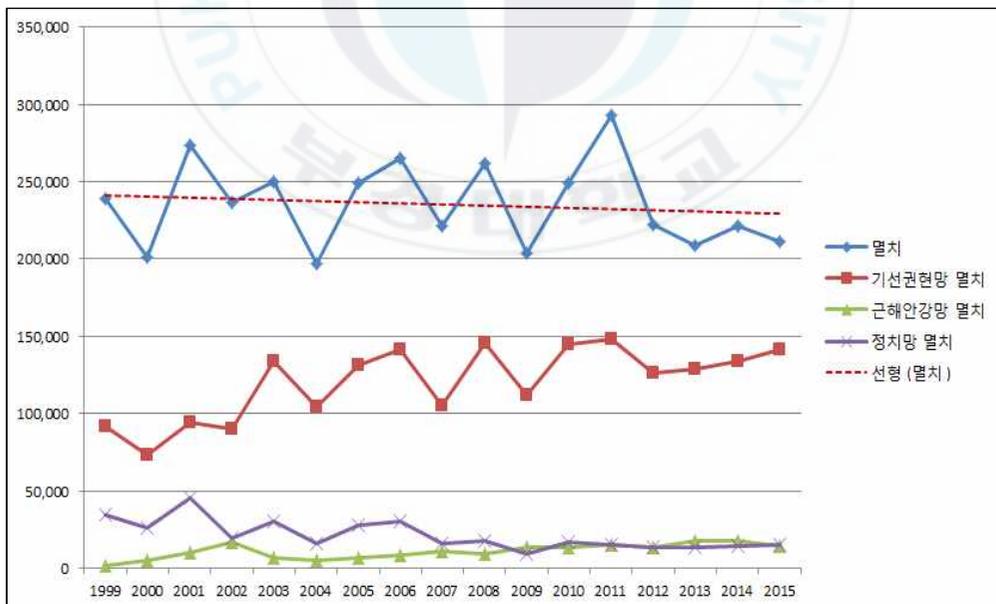
서식지는 서태평양 부근과 중국, 일본, 우리나라의 전역이다. 멸치는 1년생으로 알려져 있어 자원관리의 필요성이 낮은 어종이라고 보는 경우도 있으나 먹이사슬의 최하위에 위치하는 먹이자원이므로 멸치 자원의 증감은 수산업 전반에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 멸치는 5~7월이 주 산란시기이며, 다양한 업종이 멸치를 어획하고 있으나 최근 5년 기준 주요 생산 업종은 <표 II-11>에 나타나있으며, 상위 업종은 기선권현망과 근해자망, 정치망, 근해안강망이다. 정치망은 멸치 어획 시에 어채 손상이 최소화되어 상품성이 높아 거래 가격이 높으며, 기선권현망으로 어획되는 멸치는 대부분 건 멸치로 유통된다.

<표 II-11> 최근 5년간 업종별 멸치 생산비율

(단위: %)

구분	기선권현망	근해자망	근해안강망	정치망	기타
비율	49.88	13.12	5.77	6.15	26

자료: 수산정보포털 자료 재가공.



자료: 수산정보포털, 국가통계 포털 데이터 재가공.

[그림 II-11] 멸치 어획 현황

멸치자원은 수산자원관리법 시행령(2013.03.23)을 통해 ‘어구의 규제’와 ‘어장의 규제’ 등의 관리가 이루어지고 있으며, 멸치를 집중적으로 어획하는 기선권현망에 대해 금어기를 설정하고 있다. 멸치 포획이 이루어지는 기간에도 전남, 경남, 울산, 부산 등 일부 지역의 경우 조업 금지 시간대가 정해져 있다. 그러나 이러한 규제에도 불구하고 실질노력량이 감소하지 않는 등의 이유로 [그림 II-11]에서 나타나듯 멸치 어획량은 다소 줄어드는 추세를 보이고 있다.



Ⅲ. 효율성 분석

어종별 TAC 효과를 측정함에 있어 연구의 분석에 사용 가능한 변수들의 측정단위가 서로 상이하였기 때문에 이와 같은 형태의 자료들에 대한 분석이 용이한 DEA(Data Envelopment Analysis)모형³⁾을 활용하여 연구를 진행하였다. 추가적으로 분석 대상 중 가장 효율적인 대상을 파악하기 위해 초효율성(Super Efficiency)모형을 활용하였으며, 순위합 검정을 실시하여 해당 결과의 유의성을 검정하였다.

1. DEA 모형

DEA 모형은 평가대상인 의사결정단위(DMU: Decision Making Unit)의 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법으로서, 선형계획법에 근거한 분석 방법이며, 평가대상의 투입요소와 산출요소 자료를 이용하여 효율성을 분석한다. DMU의 개수는 투입요소 개수와 산출요소 개수의 합의 3배 이상을 사용하는 보수적인 방법을 기준으로 하여 선정한다.

DEA 모형은 산출요소와 투입요소에 대한 가중치가 필요하지 않고, 형태가 다양한 산출물 다수에 대한 분석이 가능하며 분석의 절차가 다른 분석에 비해 상대적으로 간단하다는 장점을 가지고 있다. DEA 분석의 기본이 되는 원리는 아래의 식 (1)로 나타낼 수 있다.

3) 분석에 활용되는 기간이 총 5개년(2011~2015)이므로 Malmquist 모형을 통해 분석을 진행하는 것이 적합할 것으로 판단되었으나, 모형을 사용해본 결과 분석 결과에 일관성이 부족하여 각각 1개년씩 기간을 나누어 DEA 모형을 활용하여 분석을 진행하였음.

목적함수

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

s.t

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq \epsilon > 0$$

$$v_i / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq \epsilon > 0$$

$j = 1, 2, 3 \dots, n$: DMU 수,

$r = 1, 2, 3 \dots, s$: 산출요소 y 의 수

$i = 1, 2, 3 \dots, m$: 투입요소 x 의 수

여기서 s 는 효율성 측정을 하고자 하는 DMU의 산출요소인 y 의 수이며, m 은 투입요소인 x 의 수, u_r 는 산출요소의 가중치, v_i 는 투입요소의 가중치를 의미한다. j 는 분석대상인 DMU의 수를 나타내며 y_{rj} 와 x_{ij} 는 DMU의 실제 관찰값을 나타낸다.

DEA 모형은 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)가 고안한 CCR모형과 Banker, Charnes, Cooper, and Schinner(1982)의 BCC모형이 있다. CCR모형은 생산이 규모수익 최적의 상태(CRS: Constant Return to Scale)에서 이루어짐을 가정하고 있는 모형이다. 본 연구에서는 규모수익 가변(VRS: Variable Return to Scale)을 가정하는 BCC모형을 함께 사용하였으며, 자원 관리가 효과적으로 이루어지는 어종의 경우 자원량이 증대되고 이는 산출량의 증대로 이어질 것이라는 판단 하에 주어진 투입물 수준 하에서 산출물을 극대화하고자 하는 산출지향형 모형을 분석에 활용하였다. 산출지향형

CCR모형은 아래의 식 (2)와 같으며, 산출지향형 BCC모형의 식은 (3)과 같다.

목적함수

$$Min h_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} / \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (2)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} / \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 1$$

$$u_r \geq \epsilon > 0,$$

$$v_i \geq \epsilon > 0$$

목적함수

$$Max h_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + v_0 / \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (3)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + v_0 / \sum_{r=1}^s u_r y_{ri} \geq 1$$

$$u_r \geq \epsilon > 0,$$

$$v_i \geq \epsilon > 0$$

분석의 결과로 도출되는 효율성 값들은 0에서 1까지의 값으로 나타난다. 효율적인 DMU의 경우 1의 값을 가지게 되며 1미만의 값으로 나타난 DMU 들은 1과 그 값의 차이만큼 비효율성이 존재한다고 판단한다.

2. 초효율성 모형

DEA 모형의 분석 결과 효율성 점수가 1인 DMU가 여럿 존재하는 경우 효율성의 우선순위를 구분하기가 어려우므로, 해당되는 DMU들 간의 효율성 차이를 판별하기 위해 개발된 모형이 초효율성(Super Efficiency)모형이다. 초효율성 모형은 효율적인 DMU들 가운데 초효율성의 분석 대상이 되는 DMU를 효율 생산변경상에서 제외하고 나머지 DMU들을 이용하여 새로운 생산변경을 생성한다. 이후 분석 대상과 새로이 생성된 생산변경간의 거리를 계산하여 초효율성 점수를 도출해낸다. 기존 1보다 낮은 효율성을 가지고 있던 DMU들은 DEA 모형을 통해 분석된 값과 같은 값을 나타내지만, 1의 효율성을 나타냈던 DMU들의 효율성 점수는 그와 다른 값을 가지게 된다. 초효율성 산출지향형 CCR 모형의 수식은 아래의 식 (4)와 같으며 BCC 모형은 아래의 식에 $\sum_{j \neq 0} \lambda_j = 1$ 이라는 볼록성 조건이 추가된다.

목적함수

$$Max \theta \tag{4}$$

s.t.

$$\sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} \leq y_{r0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j y_{ij} \leq \theta y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, j \neq 0$$

IV. 실증 분석

1. 분석 대상 및 변수의 선정

본 연구는 TAC 제도의 자원관리 효과를 간접적으로 파악하기 위해 2011년에서 2015년까지의 각 기간별로 TAC 대상 어종과 TAC 비 대상 어종과의 효율성을 비교하였다.

TAC 대상 어종의 경우 어종에 따른 관리 대상 업종이 명시되어 있으므로 구체적으로는 각 어업별 어종⁴⁾을 분석의 대상으로 삼았다. 총 11개의 TAC 대상 어종 중 제주소라, 꽃게, 참홍어의 경우 경영비 자료가 존재하지 않아 분석대상에서 제외하였으며, 최종적으로 분석에 활용된 어종은 고등어, 전갱이, 붉은대게, 키조개, 개조개, 대게, 오징어, 도루묵 총 8개 어종이다. 8개 어종의 TAC 관리 대상 업종을 기준으로 분석 자료를 확보하여 TAC 대상 어종의 경우 총 13개의 어업별 어종이 의사결정 단위인 DMU로 선정되었다.

비교대상이 되는 TAC 비 대상 어종의 경우 자료의 확보가 용이하고 근해어업에서 차지하는 비중과 중요도가 높으며, 대중성이 높은 어종을 분석 대상으로 선정하였다. 갈치와 참조기는 각각 2009년과 2007년 수산자원 회복계획의 대상 종으로 선정된 어종으로서 자원관리의 중요성이 높게 판단되는 어종이며, 소비자들의 소비비중도 높은 대중성 어종이다. 멸치의 경우 우리나라 연근해어업이 어획하는 어종 중 가장 생산량이 높은 어종이며, 다른 어종들의 먹이자원으로서의 역할도 겸하고 있기 때문에 근해 어업에

4) 고등어(대형선망), 전갱이(대형선망), 붉은대게(근해통발), 키조개(잡수기), 개조개(잡수기), 대게(근해자망, 근해통발), 오징어(근해채낚기, 대형선망, 대형트롤, 동해구트롤), 도루묵(동해구트롤, 동해구기저).

서 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 어종이다.

분석에 통일성을 주기 위해 TAC 비 대상어종의 경우에도 해당 어종을 생산하는 업종 가운데 생산 비중이 높은 상위 업종을 선정⁵⁾하여 DMU로 활용하였다. 자원량의 증감은 산출량에 영향을 미치므로 이를 파악하기 위해 분석 모형으로 산출지향형 CCR모형과 BCC모형을 채택하였다. 산출변수로는 어업생산의 일반적 변수로 활용되는 생산량과 생산금액을 사용하였으며, 활용 가능한 자료 중 투입변수로 활용하기에 용이한 변수의 선정을 위해 변동계수 분석을 진행하여 분석의 결과를 아래의 표로 나타내었다.

<표 IV-1> 변동계수 분석

(단위: %)

변수	2011	2012	2013	2014	2015	전체
척수	128	130	131	132	132	131
톤수	128	132	134	137	131	133
마력수	115	117	120	118	116	117
종사자수	155	163	159	169	158	161
출어일수	93	94	92	96	92	93
어구비	195	212	182	166	169	185
연료비	191	206	197	217	194	201
임금	164	171	169	190	174	174

분석결과 변동성이 가장 높은 변수는 어구비, 가장 낮은 변수는 출어일수인 것으로 나타났으며, 해당 결과 및 변수의 중요도를 참고하여 투입변수를 선정하였다. 분석대상인 DMU의 생산어법이 각기 상이하므로 업종에 따른

5) 최근 5년의 어획현황 자료를 토대로 선정된 업종들의 해당 어종 생산량이 합산 70%를 넘도록 상위 업종을 선정함.

차이를 반영하기 위해 어구비를 투입변수로 선정하였으며, 연료비의 경우 전체 변수들 중 변동성이 가장 높으며, 어획노력량의 증가에 영향을 주는 변수이므로 분석을 위한 변수로 선정하였다. 종사자수와 임금의 경우 변동성이 비슷하게 도출되었으나 종사자수에 비해 임금이 노동의 대리변수로 적합하다고 판단되어 임금을 투입변수로 활용하였다. 어획노력량의 지표인 척수, 톤수, 마력수의 경우 변수 간 상관관계가 높아 동일한 변수로 보아도 무방하다고 판단되어 산출변수와 가장 상관관계가 높은 톤수만을 투입변수로 선정하였다. 상관관계 분석 결과는 아래의 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 상관관계 분석 (2011~2015 평균)

변수	척	톤	마력	생산량	생산금액
척	1.0000	0.7930	0.9219	0.5177	0.6313
톤	0.7930	1.0000	0.9373	0.8579	0.8224
마력	0.9219	0.9373	1.0000	0.6841	0.8078
생산량	0.5177	0.8579	0.6841	1.0000	0.7986
생산금액	0.6313	0.8224	0.8078	0.7986	1.0000

산출변수들인 생산량과 생산금액의 경우 업종별 어종 자료가 개별적으로 존재하였으나 투입변수의 경우 각 업종의 평균값을 나타낸 통계 자료만이 존재하여 분석에 어려움이 있었다. 이 때문에 본 연구에서는 보다 현실적인 상황의 반영을 위해 투입변수 각각에 해당 업종 내에서 대상 어종을 생산하는 비중을 연도별로 반영하여 분석을 진행하였다. 해당 비중은 다음의 <표 IV-3>으로 나타냈다.

<표 IV-3> 업종별 대상 어종 생산 비중

(단위: %)

변수		2011	2012	2013	2014	2015	평균
T A C 대 상 어 종	대형선망 고등어	57.64	66.36	58.60	70.06	57.27	61.99
	대형선망 전갱이	17.03	14.58	4.78	8.58	15.16	12.03
	근해통발 붉은대게	95.67	96.04	94.99	94.30	95.23	95.25
	잠수기 개조개	22.28	20.66	21.04	18.49	16.40	19.77
	잠수기 키조개	52.10	51.58	54.99	50.09	49.36	51.62
	근해자망 대게	0.99	1.11	0.64	0.70	0.53	0.79
	근해통발 대게	0.53	0.11	0.78	1.18	0.54	0.63
	근해채낚기 오징어	91.42	94.45	92.52	92.22	92.15	92.55
	대형선망 오징어	4.47	3.18	2.30	3.80	3.89	3.53
	대형트롤 오징어	85.66	96.16	91.08	92.12	87.74	90.55
	동해구트룰 오징어	98.18	98.29	98.71	98.22	94.38	97.56
	동해구트룰 도루묵	0.02	0.01	0.00	0.01	0.13	0.03
	동해구기저 도루묵	16.70	24.36	32.30	6.07	26.27	21.14
T A C 비 대 상 어 종	쌍끌이대형저인망 갈치	7.16	9.08	16.32	22.48	11.62	13.33
	대형선망 갈치	2.06	1.60	3.19	2.91	4.62	2.88
	근해안강망 갈치	6.58	11.51	16.87	12.33	11.99	11.86
	근해연승 갈치	60.30	54.75	55.64	54.22	52.31	55.44
	근해자망 참조기	39.75	33.86	39.43	30.99	38.54	36.51
	근해안강망 참조기	29.33	21.83	10.42	13.04	16.92	18.31
	기선권현망 멸치	96.18	95.40	92.13	97.26	99.96	96.19
	근해안강망 멸치	29.53	31.39	37.86	36.63	32.38	33.56
	정치망 멸치	52.16	45.11	41.72	41.58	44.16	44.95

자료: 수산정보포털 데이터 재가공.

우리나라 연근해어업은 대부분 다수어종 다수어업의 방식을 취하고 있기 때문에 업종별로 어종의 혼획률이 높다. 따라서 특정 어종이 특정 어업을 통해 어획되는 비중과 해당 어업의 전체 생산량에서 그 어종이 차지하는 비중에는 차이가 존재할 수 있다. 예를 들어 고등어의 경우 고등어가 대형선망으로 어획되는 비중은 최근 5년을 기준으로 93.52%에 달하지만 대형선망 어업의 전체 생산량 내에서 고등어가 차지하는 비중은 최근 5년 평균 61.99%이다.

<표 IV-3>은 업종별 대상 어종의 생산 비중을 나타내고 있는데 TAC 대상 어업 업종의 경우 정부에서 선정한 대상임에도 불구하고 해당 어업이 대상 어종을 어획하는 비중이 상당수의 어종에서 다소 낮게 나타남을 알 수 있다. 대형선망 오징어의 경우 대형선망이 오징어를 어획하는 비중은 최근 5년 평균 3.53%로 나타나고 있으며, 대게의 경우 근해자망이 0.79% 근해통발이 0.63%로 각각의 어업에서 대게를 어획하는 비중이 1%도 채 되지 않는다. 가장 비중이 낮은 어업어종은 동해구트롤 도루묵으로서 동해구트롤이 도루묵을 잡는 비중은 동해구트롤 전체 어획량의 0.03%만을 차지하고 있다.

<표 IV-4> 분석자료 기초통계량

			투입변수				산출변수	
			어구비 (천원)	연료비 (천원)	임금 (천원)	톤수 (톤)	생산량 (톤)	생산금액 (천원)
2011	TAC 대상	평균	71,639	324,958	500,523	4,090	27,958	79,035,962
		표준편차	135,878	590,162	738,232	5,469	36,386	98,228,314
	TAC 비 대상	평균	29,985	139,785	167,087	4,053	27,093	79,976,159
		표준편차	29,498	217,857	217,081	5,198	46,096	83,712,946
	전체	평균	54,598	249,205	364,117	4,075	27,604	79,420,588
		표준편차	106,401	475,172	597,937	5,233	39,575	90,462,615

			투입변수				산출변수	
			어구비 (천원)	연료비 (천원)	임금 (천원)	톤수 (톤)	생산량 (톤)	생산금액 (천원)
2012	TAC 대상	평균	68,702	352,007	459,581	4,290	27,396	66,201,558
		표준편차	136,132	682,910	715,201	5,888	35,935	84,266,374
	TAC 비 대상	평균	23,197	136,145	159,978	3,897	22,821	61,063,748
		표준편차	19,249	213,235	221,240	5,138	39,328	58,522,724
	전체	평균	50,086	263,699	337,016	4,129	25,524	64,099,726
		표준편차	106,091	543,707	577,643	5,469	36,502	73,273,629
2013	TAC 대상	평균	36,486	271,623	394,375	3,990	22,296	52,808,492
		표준편차	76,608	548,991	647,312	5,726	29,701	66,627,252
	TAC 비 대상	평균	28,524	156,295	184,238	3,801	24,414	67,630,481
		표준편차	26,923	225,610	236,577	4,796	39,713	66,973,470
	전체	평균	33,229	224,443	308,410	3,913	23,163	58,872,033
		표준편차	60,381	441,568	521,479	5,244	33,257	65,582,450
2014	TAC 대상	평균	36,349	303,643	418,828	4,222	25,669	55,321,053
		표준편차	69,212	661,598	774,861	6,078	36,110	67,563,006
	TAC 비 대상	평균	27,789	150,095	187,162	3,965	24,726	66,338,395
		표준편차	23,812	210,408	250,048	5,319	41,279	67,221,463
	전체	평균	32,847	240,828	324,055	4,117	25,283	59,828,147
		표준편차	54,515	522,453	616,848	5,648	37,342	66,034,785
2015	TAC 대상	평균	39,666	249,884	370,068	4,124	26,515	51,917,355
		표준편차	73,837	472,723	581,093	5,641	36,041	67,206,125
	TAC 비 대상	평균	26,601	115,773	192,469	4,113	25,223	67,132,123
		표준편차	22,710	166,746	270,169	5,372	43,893	73,361,683
	전체	평균	34,321	195,020	297,414	4,120	25,987	58,141,578
		표준편차	57,923	377,945	478,276	5,401	38,426	68,482,376

2. 기간별 DEA 분석

가. DEA 분석 결과

DEA 분석을 통해 도출되는 CRS TE(Constant Return to Scale Technical Efficiency)는 기술적 효율성을 나타내며 해당 값은 전체 효율성을 판단하는 지표로 활용된다. 또한 CRS TE는 순수 기술적 효율성(VRS TE: Variable Returns to Scale Technical Efficiency)과 규모의 효율성(SE: Scale Efficiency)로 분해할 수 있어 비효율성이 VRS TE와 SE 중 어떠한 요인에서 기인하는지를 알 수 있다.

추가로 규모의 효율성에서 규모의 비효율성이 존재하지 않는 경우 해당 DMU의 규모수익 값은 규모 최적(CRS: Constant Returns to Scale)으로 나타나게 되며 규모의 비효율성이 존재하는 경우 그 원인에 따라 규모 수익 체증(IRS: Increasing Returns to Scale) 또는 규모 수익 체감(DRS: Decreasing Returns to Scale)의 값이 도출된다.

준거집단은 해당 DMU가 효율성을 개선하기 위해 참조해야 할 벤치마킹 대상을 의미하며, 참조횟수는 각각의 DMU가 벤치마킹 대상이 된 횟수를 의미한다. 본 연구에서는 규모 수익 가변을 가정하는 BCC모형을 기준으로 준거집단과 참조횟수를 나타냈다.

<표 IV-5> 2011년 어업어종별 DEA 분석결과

DMU	CRS	VRS	SE	규모수익	준거집단	참조횟수
대형선망 고등어	0.9214	1.0000	0.9214	DRS	1	0
대형선망 전갱이	0.9213	0.9214	0.9999	IRS	11,12,20	0
근해통발 붉은대게	0.4185	0.5718	0.7319	DRS	8,11,20,22	0
잠수기 개조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	4	0
잠수기 키조개	0.9807	0.9810	0.9997	IRS	6,11,12,22	0
근해자망 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	6	5
근해통발 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	7	0
근해채낚기 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	8	3
대형선망 오징어	0.9346	0.9463	0.9876	DRS	6,11,18,20	0
대형트롤 오징어	0.8535	1.0000	0.8535	DRS	10	0
동해구트롤 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	11	10
동해구트롤 도루묵	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	12	5
동해구기저 도루묵	0.3280	0.3284	0.9988	IRS	11,12,20,22	0
TAC 대상 평균	0.8737	0.9038	0.9610			
쌍끌이대형저인망 갈치	0.7406	0.7411	0.9993	IRS	6,11,12,20	0
대형선망 갈치	0.9218	0.9227	0.9990	IRS	6,11,12,20	0
근해안강망 갈치	0.6068	0.6434	0.9431	DRS	6,8,11,18,22	0
근해연승 갈치	0.3550	1.0000	0.3550	DRS	17	0
근해자망 참조기	0.9837	1.0000	0.9837	DRS	18	4
근해안강망 참조기	0.6028	0.7327	0.8227	DRS	8,11,18,20,22	0
기선권현망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	20	8
근해안강망 멸치	0.5955	0.5956	0.9998	DRS	11,18,20,22	0
정치망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	22	6
TAC 비 대상어종 평균	0.7562	0.8484	0.9003			
전체 평균	0.8256	0.8811	0.9362			

<표 IV-5>는 2011년의 어업어종별 DEA 분석 결과를 나타내고 있다. 분석 결과 TAC 어종의 평균 CRS TE 값은 0.8732, VRS TE 평균은 0.9038, SE의 평균은 0.9610으로 도출되어 비효율성의 원인이 상대적으로 순수기술 효율성에 있음을 알 수 있었다. TAC 비 대상어종의 경우에도 CRS TE, VRS TE, SE의 평균이 각각 0.7562, 0.8484, 0.9003인 것으로 나타나 순수기술 효율성의 비효율성의 원인이 되고 있음을 알 수 있다.

TAC 대상 어종 중 46%에 해당하는 어종의 CRS TE 값이 1로 도출되어 비효율성이 존재하지 않는 것으로 나타났으며, 해당 값을 나타낸 어종은 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트룰 오징어, 동해구트룰 도루묵이었다. TAC 비 대상 어종 중 비효율성이 존재하지 않는 어종은 기선권현망 멸치와 정치망 멸치였으며, 이는 전체 TAC 비 대상 어종의 22%를 차지한다.

반면 전체 22개 DMU 중 가장 비효율성이 높은 것으로 나타난 어종은 TAC 대상 어종인 동해구기저 도루묵이었으며, 0.3280의 CRS TE 값이 도출되었다. 동해구기저 도루묵의 경우 VRS TE와 SE가 각각 0.3284와 0.9988인 것으로 나타나 비효율성의 원인이 순수기술 효율성에 있음을 알 수 있었으며, 규모수익이 IRS(Increasing Returns to Scale: 규모수익체증) 인 것으로 나타나 해당 어종이 최적 규모에 도달하기 위해서는 상대적으로 규모를 현재보다 더 증대시켜야 한다고 판단 할 수 있다.

해당 년도에서 참조횟수가 가장 높은 것으로 분석된 어종은 TAC 대상 어종인 동해구트룰 오징어였으며, 참조 횟수는 총 10회로 나타났다.

<표 IV-6> 2012년 어종별 DEA 분석결과

DMU	CRS	VRS	SE	규모수익	준거집단	참조횟수
대형선망 고등어	0.7237	1.0000	0.7237	DRS	1	0
대형선망 전갱이	0.7235	0.7327	0.9874	DRS	11,20,22	0
근해통발 붉은대게	0.4803	0.6561	0.7321	DRS	8,18,20,22	0
잠수기 개조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	4	0
잠수기 키조개	0.9582	1.0000	0.9582	DRS	5	0
근해자망 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	6	5
근해통발 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	7	0
근해채낚기 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	8	4
대형선망 오징어	0.7289	0.7290	0.9999	IRS	6,11,12,22	0
대형트롤 오징어	0.8840	1.0000	0.8840	DRS	10	0
동해구트롤 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	11	6
동해구트롤 도루묵	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	12	4
동해구기저 도루묵	0.3467	0.3469	0.9994	IRS	6,11,12,22	0
TAC 대상 평균	0.8343	0.8819	0.9450			
쌍끌이대형저인망 갈치	0.6634	0.6635	0.9998	IRS	6,11,12,22	0
대형선망 갈치	0.7323	0.7327	0.9995	IRS	6,11,12,22	0
근해안강망 갈치	0.5730	0.6902	0.8302	DRS	6,8,17,18,22	0
근해연승 갈치	0.3293	1.0000	0.3293	DRS	17	2
근해자망 참조기	0.8504	1.0000	0.8504	DRS	18	3
근해안강망 참조기	0.5668	0.6504	0.8715	DRS	8,11,17,18,22	0
기선권현망 멸치	0.9604	1.0000	0.9604	DRS	20	3
근해안강망 멸치	0.5609	0.6146	0.9126	DRS	8,20,22	0
정치망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	22	9
TAC 비 대상어종 평균	0.6929	0.8168	0.8615			
전체 평균	0.7764	0.8553	0.9108			

2012년의 경우 TAC 어종 평균 CTS TE와 VRS TE, SE는 각각 0.8343, 0.8819, 0.9450으로 나타나 비효율성의 원인이 상대적으로 순수기술효율성에 있음을 알 수 있었다. TAC 비 대상어종의 경우에도 비효율성이 순수기술효율성에 기인했음을 알 수 있었으며, 이때의 CRS TE는 0.6929 VRS TE와 SE는 0.8168과 0.8615로 나타났다.

TAC 어종의 46%인 6개 어종이 비효율이 존재하지 않는 어종으로 나타났으며, 해당 어종은 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트룰 오징어, 동해구트룰 오징어였다. TAC 비 대상 어종 중에서는 전체의 11%인 1개 어종이 효율적인 어종으로 나타났으며, 정치망 멸치가 그 대상이었다.

2012년에 가장 비효율성이 높게 나타난 어종은 CRS TE에서 0.3293의 값이 도출된 근해연승 갈치였다. 해당 어종은 TAC 비 대상 어종으로서 VRS TE는 1의 값을 나타내었으나 SE가 0.3293으로 도출되어 비효율성이 SE에 기인한 것임을 알 수 있다. 규모수익 또한 DRS(Decreasing Return to Scale: 규모수익체감)인 것으로 나타나 규모를 감소시켜야 할 필요성이 있음을 시사하고 있다.

이에 반해 가장 높은 빈도로 다른 업종의 벤치마킹 대상이 되는 업종은 TAC 비 대상어종인 정치망 멸치였으며, 해당 어종의 참조횟수는 9회인 것으로 나타났다.

<표 IV-7> 2013년 어종별 DEA 분석결과

DMU	CRS	VRS	SE	규모수익	준거집단	참조횟수
대형선망 고등어	0.3713	1.0000	0.3713	DRS	1	0
대형선망 전갱이	0.3709	0.4286	0.8654	DRS	11,20,22	0
근해통발 붉은대게	0.3289	0.6876	0.4783	DRS	8,18,20,22	0
잠수기 개조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	4	1
잠수기 키조개	0.7729	0.7735	0.9992	DRS	4,7,8,11,22	0
근해자망 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	6	1
근해통발 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	7	1
근해채낚기 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	8	6
대형선망 오징어	0.3708	0.3710	0.9995	IRS	12,22	0
대형트롤 오징어	0.4603	0.9633	0.4778	DRS	11,18,20	0
동해구트롤 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	11	6
동해구트롤 도루묵	0.2470	1.0000	0.2470	IRS	12	2
동해구기저 도루묵	0.2861	0.2861	1.0000	IRS	8,11,12,22	0
TAC 대상 평균	0.6314	0.8085	0.8030			
쌍끌이대형저인망 갈치	0.3408	0.4573	0.7452	DRS	11,20,22	0
대형선망 갈치	0.3709	0.3728	0.9949	DRS	11,22	0
근해안강망 갈치	0.4800	0.5907	0.8126	DRS	8,17,18,22	0
근해연승 갈치	0.2856	1.0000	0.2856	DRS	17	1
근해자망 참조기	0.6351	1.0000	0.6351	DRS	18	5
근해안강망 참조기	0.4838	0.5688	0.8506	DRS	6,8,18,22	0
기선권현망 멸치	0.5274	1.0000	0.5274	DRS	20	5
근해안강망 멸치	0.4664	0.6802	0.6857	DRS	8,18,20,22	0
정치망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	22	10
TAC 비 대상어종 평균	0.5100	0.7411	0.7263			
전체 평균	0.5817	0.7809	0.7716			

2013년의 TAC 어종 평균 CRS TE, VRS TE와 SE는 각각 0.6314, 0.8085, 0.8030, TAC 비 대상어종의 평균 CRS TE와 VRS TE, SE는 0.5100 과 0.7411, 0.7263인 것으로 나타났다.

TAC 대상 어종 중 비효율성이 나타나지 않는 어종은 TAC 어종의 33%를 차지하는 5개 어종으로 나타났다. 이에 해당하는 어종은 잠수기 개조개와 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트룰 오징어인 것으로 나타났다. TAC 비 대상대상 어종 중 비효율성이 나타나지 않는 어종은 TAC 비 대상어종의 11%를 차지하는 1개 어종이며, 정치망 멸치가 그 대상인 것으로 분석되었다.

TAC 어종인 동해구트룰 도루묵은 전체 효율성 값이 0.2470으로 나타났으며, 비효율성의 원인은 전적으로 규모의 비효율성으로 인한 것으로 판단된다. 동해구트룰 도루묵의 규모수익은 IRS로 나타나 상대적으로 규모를 증가시켜야 할 필요성이 있는 것으로 분석된다.

해당 연도에서 가장 참조횟수가 높은 어종은 10회의 참조가 발생한 정치망 멸치였다.

<표 IV-8> 2014년 어종별 DEA 분석결과

DMU	CRS	VRS	SE	규모수익	준거집단	참조횟수
대형선망 고등어	0.4609	1.0000	0.4609	DRS	1	0
대형선망 전갱이	0.4608	0.5644	0.8164	DRS	11,20,22	0
근해통발 붉은대게	0.4325	0.6710	0.6446	DRS	8,20,22	0
잠수기 개조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	4	0
잠수기 키조개	0.8974	0.9695	0.9256	DRS	6,7,11,18,22	0
근해자망 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	6	4
근해통발 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	7	1
근해채낚기 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	8	2
대형선망 오징어	0.4735	0.5444	0.8698	DRS	6,11,13,22	0
대형트롤 오징어	0.7240	1.0000	0.7240	DRS	10	0
동해구트룰 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	11	7
동해구트룰 도루묵	0.4451	1.0000	0.4451	IRS	12	0
동해구기저 도루묵	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	13	3
TAC 대상 평균	0.7611	0.9038	0.8374			
쌍끌이대형저인망 갈치	0.4296	0.6302	0.6817	DRS	11,13,22	0
대형선망 갈치	0.4603	0.5334	0.8630	DRS	11,13,22	0
근해안강망 갈치	0.6108	0.6924	0.8821	DRS	6,11,18,22	0
근해연승 갈치	0.3801	1.0000	0.3801	DRS	17	0
근해자망 참조기	0.7102	1.0000	0.7102	DRS	18	3
근해안강망 참조기	0.6091	0.6889	0.8842	DRS	6,11,18,22	0
기선권현망 멸치	0.7313	1.0000	0.7313	DRS	20	3
근해안강망 멸치	0.5912	0.7115	0.8309	DRS	8,20,22	0
정치망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	22	9
TAC 비 대상어종 평균	0.6136	0.8063	0.7737			
전체 평균	0.7008	0.8639	0.8114			

2014년에는 TAC 어종의 평균 CRS TE가 0.7611로 나타났으며, VRS TE와 SE가 각각 0.9038과 0.8374로 나타나 상대적으로 순수 기술효율성에 비해 규모의 효율성이 비효율을 유발하는 더 큰 요인으로 작용하고 있음을 알 수 있다. TAC 비 대상어종의 경우에도 규모의 효율성이 비효율을 더 높게 유발하고 있으며, 이때의 CRS TE, VRS TE, SE는 각각 0.6136과 0.8063, 0.7737인 것으로 분석되었다.

전체 효율성 값이 1인 어종은 TAC 대상 어종 중 46%를 차지하고 있으며, 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트롤 오징어, 동해구기저 도루묵 이 그 대상이다. TAC 비 대상어종 가운데에서는 정치망 멸치만이 효율성 값이 1로 나타나 비효율성이 없는 것으로 나타났으며, 이는 전체 TAC 비 대상어종의 11%를 차지하는 비율이다.

분석된 어종 가운데 효율성이 가장 낮게 도출된 어종은 TAC 비 대상어종인 근해연승 갈치이며, 비효율성의 원인은 전적으로 규모의 비효율성에 있는 것으로 판단된다. 반면 참조횟수가 가장 높은 어종은 TAC 비 대상어종인 정치망 멸치인 것으로 나타났으며, 정치망 멸치의 참조횟수는 9회인 것으로 나타났다.

<표 IV-9> 2015년 어종별 DEA 분석결과

DMU	CRS	VRS	SE	규모수익	준거집단	참조횟수
대형선망 고등어	0.9464	1.0000	0.9464	DRS	1	0
대형선망 전갱이	0.9464	0.9464	1.0000	IRS	10,11,12,20	0
근해통발 붉은대게	0.5812	0.6813	0.8531	DRS	8,20,22	0
잠수기 개조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	4	1
잠수기 키조개	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	5	2
근해자망 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	6	3
근해통발 대게	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	7	0
근해채낚기 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	8	4
대형선망 오징어	0.9463	0.9465	0.9998	IRS	10,11,12,20	0
대형트롤 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	10	4
동해구트룰 오징어	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	11	4
동해구트룰 도루묵	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	12	5
동해구기저 도루묵	0.5728	0.5729	0.9998	IRS	4,11,12,20	0
TAC 어종 평균	0.9225	0.9344	0.9845			
쌍끌이대형저인망 갈치	0.6434	0.6435	0.9998	IRS	6,10,12,20	0
대형선망 갈치	0.9466	0.9468	0.9998	IRS	10,11,12,20	0
근해안강망 갈치	0.6058	0.6482	0.9346	DRS	5,6,8,18,22	0
근해연승 갈치	0.3591	1.0000	0.3591	DRS	17	0
근해자망 참조기	0.8011	1.0000	0.8011	DRS	18	2
근해안강망 참조기	0.6051	0.6605	0.9161	DRS	5,6,8,18,22	0
기선권현망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	20	7
근해안강망 멸치	0.5823	0.6014	0.9682	DRS	8,20,22	0
정치망 멸치	1.0000	1.0000	1.0000	CRS	22	4
TAC 비 대상어종 평균	0.7270	0.8334	0.8865			
전체 평균	0.8426	0.8931	0.9444			

2015년의 TAC 어종의 평균 CRS TE는 0.9225, VRS TE와 SE는 각각 0.9344와 0.9845의 값이 도출되어 비효율성을 유발하는 원인이 규모의 효율성에 비해 순수기술 효율성에서 더 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 해당 시기의 TAC 비 대상 어종의 평균 CRS TE, VRS TE, SE는 각각 0.7270과 0.8334, 0.8865로 나타나 TAC 비 대상 어종의 비효율성이 상대적으로 순수기술 효율성에 더 큰 영향을 받았음을 알 수 있었다.

또한 TAC 대상 어종의 62%가 효율성 값이 1로 나타나 비효율성이 존재하지 않는 것으로 나타났으며, TAC 비 대상 어종의 22%가 비효율성이 나타나지 않는 효율적 DMU인 것으로 나타났다. 이에 반해 전체 분석 대상중 가장 효율성이 낮은 것으로 분석된 DMU는 TAC 비대상 어종인 근해연승 갈치였으며, 해당 DMU의 효율성 값은 0.3591로 비효율성의 원인은 전적으로 규모의 효율성에 있는 것으로 나타났다.

2015년의 경우 비효율성이 존재하지 않는 DMU의 비중이 높았던 것은 TAC 대상 어업이었으나 가장 참조 횟수가 많았던 DMU는 TAC 비 대상 어종인 기선권현망 멸치로 나타났으며, 참조횟수는 7회인 것으로 분석되었다.

<표 IV-10> 어업어종별 효율성 분포

(단위: %)

구분	CCR모형		BCC모형		SE		
	TAC	비 TAC	TAC	비 TAC	TAC	비 TAC	
2011	효율적	46	22	62	44	46	33
	준효율적	31	22	23	11	38	44
	약 비효율적	8	11	0	22	15	11
	비효율적	15	44	15	22	0	11
2012	효율적	46	11	69	44	46	11
	준효율적	8	11	0	0	31	44
	약 비효율적	31	22	15	11	23	33
	비효율적	15	56	15	44	0	11
2013	효율적	38	11	54	44	46	11
	준효율적	0	0	8	0	15	11
	약 비효율적	8	0	8	0	8	33
	비효율적	54	89	31	56	31	44
2014	효율적	46	11	69	44	46	11
	준효율적	0	0	8	0	8	0
	약 비효율적	15	22	0	11	23	67
	비효율적	38	67	23	44	23	22
2015	효율적	62	22	69	44	69	22
	준효율적	23	11	15	11	23	56
	약 비효율적	0	11	0	0	8	11
	비효율적	15	56	15	44	0	11

주: 1의 값을 가지는 DMU는 효율적, 0.9이상 1미만의 값을 가지는 DMU는 준효율적, 0.7 이상 0.9미만의 DMU는 약 비효율적, 0.7미만의 DMU는 비효율적으로 분류함.

Ray and Bhadra(1993)의 효율성 분류기준에 따르면 DEA를 통한 효율성 분석 결과 값이 0.9 이상이며, 1미만 일 때 대상 DMU를 준 효율적인 DMU라고 판단하며 0.7 이상 0.9 미만의 값을 가질 때는 약 비효율적, 0.7 미만의 값을 가지는 경우 비효율적인 DMU라고 판단한다.

이를 기준으로 2011년의 효율성 분포를 파악해보면 TAC 대상 어종의 23%, TAC 비 대상어종의 55%가 전체효율성인 CRS TE에서 비효율성이 나타나는 것을 알 수 있다. 이하의 연도에 대해서도 CRS TE를 기준으로 효율성의 분포를 살펴보면 2012년의 경우 TAC 대상 어종의 46%와 비대상 어종의 78%가 비효율적이며, 2013년은 TAC 대상 어종 62% 비대상 어종 89%가 비효율적인 DMU였다. 2014년은 TAC 어종의 53%와 TAC 비대상 어종89%가 비효율적 이었으며, 2015년은 TAC 어종의 15% TAC 비대상 어종의 56%가 비효율적인 DMU였다.

2011년부터 2014년까지 시간이 지남에 따라 비효율적인 DMU의 비중이 TAC 대상 어종과 비대상 어종 모두에서 증가하는 경향을 보였으나 2015년에 이르러 다소 감소하였다.

나. DEA 결과 유의성 검정

DEA 분석 결과 연도별로 정도의 차이는 있으나 TAC 대상 어종의 효율성이 TAC 비 대상 어종에 비해 생산 및 경영 효율성이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 TAC 여부에 따른 효율성 차이가 통계적으로 유의한 차이인지를 알아보기 위해 TAC 대상 어종과 TAC 비 대상 어종을 구분하여 순위합 검정을 시행하였다. 순위합 검정은 비교하고자 하는 대상의 효율성 값이 동일한 모집단에 속하는지 혹은 동일한 분포를 따르는지의 여부를 비모수적으로 검정하는 방법이다.

<표 IV-11> 순위합 검정 기술 통계량

구분		N	평균	표준편차	최솟값	최댓값
2011	CRS TE	22	0.8256	0.2315	0.3280	1.0000
	VRS TE	22	0.8811	0.1912	0.3284	1.0000
	SE	22	0.9362	0.1482	0.3550	1.0000
2012	CRS TE	22	0.7764	0.2247	0.3293	1.0000
	VRS TE	22	0.8553	0.1928	0.3469	1.0000
	SE	22	0.9108	0.1567	0.3293	1.0000
2013	CRS TE	22	0.5817	0.2868	0.2470	1.0000
	VRS TE	22	0.7809	0.2645	0.2861	1.0000
	SE	22	0.7716	0.2642	0.2470	1.0000
2014	CRS TE	22	0.7008	0.2424	0.3801	1.0000
	VRS TE	22	0.8639	0.1862	0.5334	1.0000
	SE	22	0.8114	0.1941	0.3801	1.0000
2015	CRS TE	22	0.8426	0.2056	0.3591	1.0000
	VRS TE	22	0.8931	0.1642	0.5729	1.0000
	SE	22	0.9444	0.1413	0.3591	1.0000

분석 결과에 따른 기술 통계량을 살펴보았을 때 도출된 효율성 값들의 최댓값과 최솟값의 차이가 크다는 것을 알 수 있는데, 이는 분석에 사용된 어종과 업종이 다양하여 각각의 효율성 값이 큰 차이를 나타냈기 때문으로 판단되며, 가장 표준편차가 높았던 연도는 2013, 가장 낮은 연도는 2015년인 것으로 파악되었다.

<표 IV-12> DEA 순위합 검정 결과

구분		CRS TE	VRS TE	SE	
2011	Mann-Whitney의 U		41	47	43
	Wilcoxon의 W		86	92	88
	Z		-1.1974	-0.8386	-1.0605
	Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률	0.1218	0.2196	0.1561
		99% 신뢰구간	하한	0.1134	0.2089
상한			0.1302	0.2303	0.1654
2012	Mann-Whitney의 U		35	44	35
	Wilcoxon의 W		80	89	80
	Z		-1.5947	-1.1242	-1.5947
	Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률	0.0575*	0.1432	0.0575*
		99% 신뢰구간	하한	0.0515	0.1342
상한			0.0635	0.1522	0.0635
2013	Mann-Whitney의 U		54	52	40
	Wilcoxon의 W		99	97	85
	Z		-0.3036	-0.4638	-1.2554
	Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률	0.3911	0.3331	0.1119
		99% 신뢰구간	하한	0.3785	0.3210
상한			0.4037	0.3452	0.1200
2014	Mann-Whitney의 U		38	45	42
	Wilcoxon의 W		83	90	87
	Z		-1.3911	-1.0114	-1.1197
	Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률	0.0912*	0.1669	0.1424
		99% 신뢰구간	하한	0.0838	0.1573
상한			0.0986	0.1765	0.1514
2015	Mann-Whitney의 U		33	42	27
	Wilcoxon의 W		78	87	72
	Z		-1.7887	-1.2362	-2.2550
	Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률	0.0410**	0.1235	0.0119**
		99% 신뢰구간	하한	0.0359	0.1150
상한			0.0461	0.1320	0.0147

*: 10% 수준에서 유의적, **: 5% 수준에서 유의적, ***: 1% 수준에서 유의적.

2011년의 효율성 분석 결과 TAC 대상 어종의 효율성 평균이 TAC 비 대상 어종에 비해 CRS TE에서는 0.1174, VRS TE 에서는 0.0554, SE에서는 0.0607 만큼 높은 것으로 나타났다. 그러나 해당 결과를 토대로 순위합 검정을 시행한 결과 CRS TE와 VRS TE, SE의 유의확률이 모두 채택역에 속해 'TAC 대상 어종과 TAC 비 대상 어종 간의 효율성 차이는 없다' 는 귀무가설을 채택하는 것으로 나타났다.

2012년의 경우 CRS TE는 0.1413, VRS TE는 0.0856, SE는 0.0512 만큼 TAC 대상 어종의 효율성 평균이 높은 것으로 나타났다. 순위합 분석 결과 VRS TE의 유의확률은 0.1442 인 것으로 나타나 TAC의 유무에 따른 어종 간 효율성 차이가 없다는 귀무가설을 채택하였으나 CRS TE와 SE의 경우 유의확률이 10% 수준에서 유의한 것으로 분석되어 효율성 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

2013년의 분석 결과에서도 TAC 비 대상 어종에 비해 TAC 대상 어종의 CRS TE, VRS TE, SE 평균은 각각 0.1214, 0.0674, 0.0766 만큼 높았으나, 순위합 검정 결과 두 그룹의 통계적인 효율성 차이는 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

2014년 역시 TAC 어종의 효율성 평균이 높은 것으로 나타났으나, 순위합 검정 결과 CRS TE의 차이만이 10% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 해당 시기 TAC 대상 어종의 평균 CRS TE는 TAC 비 대상 어종에 비해 0.1475만큼 높았다.

2015년의 경우 CRS TE와 VRS, SE에서 각각 0.1955, 0.1010, 0.0980만큼 TAC 대상 어종의 평균 효율성 값이 높은 것으로 나타났으며, 순위합 검정 결과 CRS TE와 SE에서 5% 수준에서 통계적 유의성이 존재하는 것으로 나타났다.

3. 기간별 초효율성 분석

DEA 분석을 통해 효율성 점수가 1로 나타나 완전 효율적인 것으로 도출된 DMU들의 우선순위를 정하기 위해 앞선 DEA 분석에 사용되었던 변수들을 활용하여 초효율성 분석을 실시하였다. 분석에 사용된 모형은 산출지향형 CCR모형과 산출지향형 BCC모형이다.

가. 초효율성 분석 결과

2011년의 어업어종별 초효율성 분석 결과는 아래의 <표 IV-13>로 나타낼 수 있는데, CCR과 BCC모형에서의 TAC 어종의 평균 효율성은 각각 1.5757과 1.3096으로 나타났다. TAC 비 대상어종의 평균 효율성은 CCR모형에서 1.3407의 값을 나타냈으며, BCC모형에서는 0.9266의 값을 나타내 해당 시기의 TAC 대상 어종의 CCR과 BCC 평균 효율성이 비 TAC 어종에 비해 모두 높았음을 알 수 있다.

2011년에 CCR모형에서 가장 높은 랭킹을 차지한 DMU는 3.4094의 값이 도출된 근해자망 대게였으며, BCC모형에서는 동해구트룰 오징어의 효율성 값이 3.8118의 값을 나타내 가장 높은 순위를 차지했다. 반면 동해구기저 도루묵은 두 모형 모두에서 가장 낮은 순위를 차지했다.

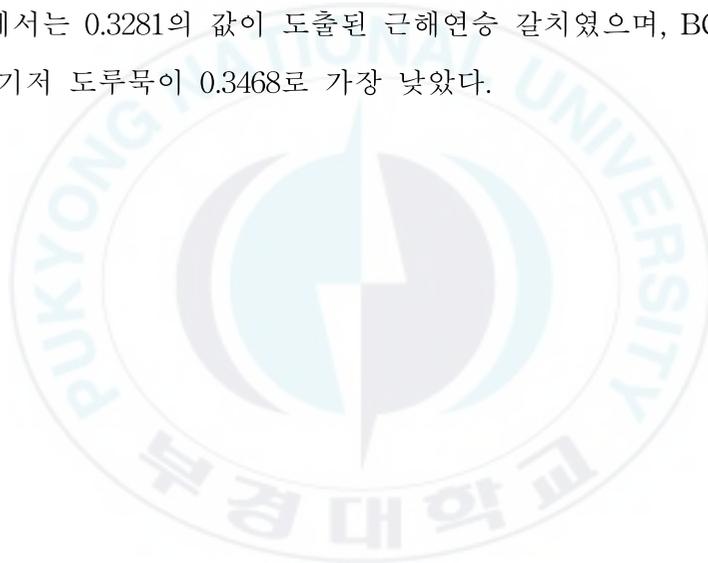
<표 IV-13> 2011년 어종별 초효율성 분석 결과

구분 DMU	CCR-O		BCC-O	
	Score	Rank	Score	Rank
대형선망 고등어	0.9214	13	1.2278	9
대형선망 전갱이	0.9213	14	0.9214	16
근해통발 붉은대게	0.4184	20	0.5718	21
잠수기 개조개	1.2222	6	1.2898	8
잠수기 키조개	0.9805	10	0.9809	13
근해자망 대게	3.4094	1	3.6283	2
근해통발 대게	1.7765	4	1.8098	7
근해채낚기 오징어	1.4273	5	2.9469	3
대형선망 오징어	0.9342	11	0.9460	14
대형트롤 오징어	0.8534	15	1.0207	11
동해구트롤 오징어	2.7980	2	3.8118	1
동해구트롤 도루묵	1.0338	8	1.0000	12
동해구기저 도루묵	0.3282	22	0.3287	22
TAC 어종 평균	1.5757		1.3096	
쌍끌이대형저인망 갈치	0.7403	16	0.7410	17
대형선망 갈치	0.9220	12	0.9232	15
근해안강망 갈치	0.6069	17	0.6434	19
근해연승 갈치	0.3545	21	1.0420	10
근해자망 참조기	0.9834	9	2.5622	4
근해안강망 참조기	0.6027	18	0.7328	18
기선권현망 멸치	1.1329	7	2.4242	5
근해안강망 멸치	0.5955	19	0.5956	20
정치망 멸치	2.4017	3	2.4017	6
TAC 비 대상어종 평균	1.3407		0.9266	
전체 평균	1.4795		1.1529	

<표 IV-14> 2012년 어종별 초효율성 분석 결과

구분 DMU	CCR-O		BCC-O	
	Score	Rank	Score	Rank
대형선망 고등어	0.7237	14	1.4067	9
대형선망 전갱이	0.7236	15	0.7327	15
근해통발 붉은대게	0.4803	20	0.6561	19
잠수기 개조개	1.1576	6	1.4814	8
잠수기 키조개	0.9577	9	1.0412	12
근해자망 대게	3.5645	1	3.9632	1
근해통발 대게	2.3264	4	2.4897	5
근해채낚기 오징어	1.4729	5	3.1115	2
대형선망 오징어	0.7290	13	0.7292	16
대형트롤 오징어	0.8840	10	1.1977	10
동해구트롤 오징어	2.5505	3	2.8198	3
동해구트롤 도루묵	1.0343	7	1.0000	13
동해구기저 도루묵	0.3465	21	0.3468	22
TAC 어종 평균	1.6135		1.3039	
쌍끌이대형저인망 갈치	0.6633	16	0.6635	18
대형선망 갈치	0.7326	12	0.7332	14
근해안강망 갈치	0.5730	17	0.6903	17
근해연승 갈치	0.3281	22	1.1954	11
근해자망 참조기	0.8498	11	1.9594	7
근해안강망 참조기	0.5667	18	0.6504	20
기선권현망 멸치	0.9604	8	2.3384	6
근해안강망 멸치	0.5609	19	0.6145	21
정치망 멸치	2.6737	2	2.6737	4
TAC 비 대상어종 평균	1.2799		0.8787	
전체 평균	1.4770		1.1300	

2012년의 어종별 초효율성 분석 결과는 <표 IV-14>로 정리된다. 분석결과 TAC 어종의 CCR, BCC 효율성이 TAC 비 대상 어종에 비해 모두 높은 것으로 나타났다. CCR모형에서 TAC 어종과 TAC 비대상 어종의 효율성 평균은 각각 1.6135와 1.2799였으며, BCC모형에서 TAC 어종과 TAC 비대상 어종의 효율성 평균은 각각 1.3039와 0.8787의 값을 나타냈다. 해당 시기에 두 모형 모두에서 가장 효율성이 높은 것으로 나타난 DMU는 근해자망 대게이며, 근해자망 대게는 CCR모형에서 3.5645, BCC모형에서 3.9632의 값을 나타내 가장 높은 순위를 기록했다. 가장 효율성 값이 낮은 DMU는 CCR모형에서는 0.3281의 값이 도출된 근해연승 갈치였으며, BCC모형에서는 동해구기저 도루묵이 0.3468로 가장 낮았다.



<표 IV-15> 2013년 어종별 초효율성 분석 결과

구분 DMU	CCR-O		BCC-O	
	Score	Rank	Score	Rank
대형선망 고등어	0.3714	14	1.0409	9
대형선망 전갱이	0.3711	15	0.4287	19
근해통발 붉은대게	0.3289	19	0.6876	14
잠수기 개조개	1.0397	6	1.0399	10
잠수기 키조개	0.7728	7	0.7735	13
근해자망 대게	3.9670	1	3.9858	1
근해통발 대게	1.8644	3	1.8701	7
근해채낚기 오징어	1.5008	5	3.1922	2
대형선망 오징어	0.3707	17	0.3709	21
대형트롤 오징어	0.4604	13	0.9632	12
동해구트롤 오징어	1.7174	4	2.0355	6
동해구트롤 도루묵	0.2177	22	1.0000	11
동해구기저 도루묵	0.2862	20	0.2862	22
TAC 어종 평균	1.3596		1.0206	
쌍끌이대형저인망 갈치	0.3407	18	0.4573	18
대형선망 갈치	0.3709	16	0.3728	20
근해안강망 갈치	0.4800	11	0.5907	16
근해연승 갈치	0.2854	21	1.0787	8
근해자망 참조기	0.6350	8	2.2077	5
근해안강망 참조기	0.4838	10	0.5688	17
기선권현망 멸치	0.5274	9	2.2591	4
근해안강망 멸치	0.4664	12	0.6802	15
정치망 멸치	2.9995	2	2.9998	3
TAC 비 대상어종 평균	1.2461		0.7321	
전체 평균	1.3132		0.9026	

2013년의 TAC 어종과 TAC 비 대상 어종의 초효율성 분석 결과 CCR모형과 BCC모형에서 TAC 대상 어종의 효율성 값이 모두 높은 것으로 나타났다. TAC 어종의 CCR, BCC 값은 1.3596 과 1.0206이었으며, TAC 비 대상 어종의 CCR, BCC 값은 각각 1.2461과 0.7321인 것으로 분석되었다.

2013년 어종별 초효율성 분석 결과를 통해 CCR모형과 BCC모형 모두에서 가장 효율성이 가장 높은 것으로 나타난 DMU는 근해자망 대게로 각각의 모형에서 3.9670과 3.9858의 효율성 점수가 도출되었다. 가장 효율성이 낮은 DMU는 CCR모형에서는 동해구트룰 도루묵이 0.2177로 가장 낮았으며, BCC모형에서는 동해구기저 도루묵이 0.2862로 가장 낮았다.



<표 IV-16> 2014년 어종별 초효율성 분석 결과

구분 DMU	CCR-O		BCC-O	
	Score	Rank	Score	Rank
대형선망 고등어	0.4609	16	1.0736	11
대형선망 전갱이	0.4608	17	0.5644	20
근해통발 붉은대게	0.4325	20	0.6710	18
잠수기 개조개	1.0481	7	1.0488	12
잠수기 키조개	0.8974	8	0.9695	14
근해자망 대게	3.0284	1	3.0550	1
근해통발 대게	1.9541	4	1.9559	6
근해채낚기 오징어	1.3012	6	2.5309	3
대형선망 오징어	0.4735	15	0.5444	21
대형트롤 오징어	0.7240	10	1.1844	10
동해구트롤 오징어	2.2064	3	2.4932	4
동해구트롤 도루묵	0.4439	19	1.0000	13
동해구기저 도루묵	1.5340	5	1.5401	8
TAC 어종 평균	1.4332		1.1512	
쌍끌이대형저인망 갈치	0.4296	21	0.6302	19
대형선망 갈치	0.4603	18	0.5334	22
근해안강망 갈치	0.6108	12	0.6924	16
근해연승 갈치	0.3801	22	1.2305	9
근해자망 참조기	0.7103	11	1.7448	7
근해안강망 참조기	0.6091	13	0.6889	17
기선권현망 멸치	0.7313	9	2.3915	5
근해안강망 멸치	0.5912	14	0.7115	15
정치망 멸치	2.5123	2	2.7798	2
TAC 비 대상어종 평균	1.2670		0.7816	
전체 평균	1.3652		1.0000	

2014년의 분석 결과 가장 효율성이 높은 DMU는 근해자망 대게로 CCR 모형과 BCC모형 모두에서 가장 높은 랭킹을 차지하였다. 근해자망 대게는 CCR모형에서는 3.0284, BCC모형에서는 3.0550의 효율성 값이 도출되었다. 효율성 랭킹이 가장 낮은 DMU는 CCR모형에서 0.3801의 값이 도출된 근해 연승 갈치와 BCC모형에서 0.5334의 값을 나타낸 대형선망 갈치인 것으로 분석되었다.

해당 시기 TAC 대상 어종의 CCR과 BCC 효율성 평균은 각각 1.4332와 1.1152였으며, TAC 비 대상어종의 CCR 평균은 1.2670과 0.7816으로 나타나 TAC 대상 어종의 효율성이 더 높게 도출되었음을 알 수 있다.



<표 IV-17> 2015년 어종별 초효율성 분석 결과

구분	CCR-O		BCC-O	
	DMU	Score	Rank	Score
대형선망 고등어	0.9464	12	1.1760	9
대형선망 전갱이	0.9464	13	0.9464	16
근해통발 붉은대게	0.5812	20	0.6813	17
잠수기 개조개	1.1338	6	1.1344	10
잠수기 키조개	1.0000	10	1.3878	8
근해자망 대게	2.6720	1	6.3857	1
근해통발 대게	1.9602	3	2.0276	6
근해채낚기 오징어	1.4337	4	3.1826	2
대형선망 오징어	0.9463	14	0.9465	15
대형트롤 오징어	1.0230	9	1.0864	12
동해구트롤 오징어	1.1845	5	1.7550	7
동해구트롤 도루묵	1.0232	8	1.0000	13
동해구기저 도루묵	0.5728	21	0.5729	22
TAC 어종 평균	1.1864		1.7141	
쌍끌이대형저인망 갈치	0.6434	16	0.6435	20
대형선망 갈치	0.9466	11	0.9468	14
근해안강망 갈치	0.6058	17	0.6482	19
근해연승 갈치	0.3591	22	1.0917	11
근해자망 참조기	0.8011	15	2.5868	3
근해안강망 참조기	0.6051	18	0.6605	18
기선권현망 멸치	1.0662	7	2.1223	5
근해안강망 멸치	0.5823	19	0.6014	21
정치망 멸치	2.4723	2	2.4723	4
TAC 비 대상어종 평균	0.8980		1.3082	
전체 평균	1.0684		1.5480	

2015년의 초효율성 분석 결과, TAC 어종과 TAC 비 대상 어종의 CCR 평균은 1.7141과 1.1864, BCC 평균은 1.3082와 0.8980으로 나타나 TAC 어종의 평균 효율성 값이 TAC 비 대상 어종에 비해 높은 것으로 분석되었다.

해당 시기 근해자망 대계의 효율성이 CCR과 BCC 모두에서 가장 높은 값을 나타냈으며, CCR모형에서는 2.6720, BCC모형에서는 6.3857의 값이 도출되었다. 가장 효율성이 낮은 DMU는 CCR모형에서 0.5729의 값이 도출된 동해구기저 도루묵과 BCC모형에서 0.3591의 값이 도출된 근해연승 갈치인 것으로 나타났다.

나. 초효율성 분석 결과 유의성 검정 및 분석 결과 종합

<표 IV-18> 초효율성 T 검정 결과

			Levene의 등분산 검정		t-검정	
			F	유의확률	t	유의확률(단측)
2011	CCR	등분산 가정	1.2299	0.2806	1.1235	0.1373
	BCC	등분산 가정	0.4597	0.5056	0.5220	0.3037
2012	CCR	등분산 가정	1.5888	0.2220	1.1469	0.1325
	BCC	등분산 가정	0.9533	0.3405	0.7619	0.2275
2013	CCR	등분산 가정	0.7881	0.3852	0.6776	0.2529
	BCC	등분산 가정	0.0246	0.8769	0.2445	0.4047
2014	CCR	등분산 가정	1.6796	0.2097	1.1177	0.1385
	BCC	등분산 가정	0.0058	0.9398	0.4612	0.3249
2015	CCR	등분산 가정	0.0045	0.9474	1.1229	0.1374
	BCC	등분산 가정	0.4692	0.5012	0.7087	0.2434

2011~2015년까지의 기간별 초효율성 분석을 실시한 결과 각 기간 모두에

서 TAC 어종의 효율성 평균이 TAC 비 대상 어종의 효율성 평균보다 높은 것으로 나타났다. 그러나 T검정을 통해 유의성을 분석한 결과 모든 년도에서 두 그룹간의 효율성 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 개별 연도의 분석 결과를 정리해보면, 2011년의 경우 CRS TE가 가장 낮았던 DMU는 동해구기저 도루묵(0.3280)이었으며, 해당 DMU의 비효율성의 원인이 VRS에 있었으므로 VRS TE가 가장 낮았던 DMU 또한 동해구기저 도루묵(0.3284)이었다. SE에서 가장 낮은 값을 나타냈던 DMU는 근해 연승 갈치(0.3550)였으며, 해당 어종의 비효율성은 전적으로 규모의 효율성에 기인한 것으로 파악되었다.

전체 효율성에서 모두 1의 값을 나타내 비효율성이 존재하지 않는 것으로 나타난 TAC 대상 DMU는 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트롤 오징어, 동해구트롤 도루묵이며, TAC 비 대상 중에서는 기선권현망 멸치와 정치망 멸치로 나타났다. 이 가운데 CCR 기준 초효율성에서 가장 높은 값을 나타낸 DMU는 근해자망 대게(3.4094)인 것으로 나타났다.

2012년 CRS TE가 가장 낮았던 DMU는 근해연승 갈치(0.3293)이며, 비효율성의 원인이 전적으로 규모의 효율성에 기인하였으므로 SE의 값이 가장 낮았던 DMU도 동일하게 근해연승 갈치(0.3293)였다. VRS TE가 가장 낮은 DMU는 동해구기저 도루묵(0.3469)이었다.

비효율성이 나타나지 않은 TAC 대상 DMU는 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트롤 오징어, 동해구트롤 도루묵이며, TAC 비 대상의 경우 정치망 멸치에서 비효율성이 나타나지 않았다. 해당 DMU들 중 CCR 기준 초효율성이 가장 높은 DMU는 근해자망 대게(3.5645)인 것으로 나타났다.

2013년 동해구트롤 도루묵(0.2470)은 CRS TE와 SE에서 모두 가장 낮은

값을 나타냈으며, 규모의 효율성이 전적으로 비효율성의 원인인 것으로 분석되었다. VRS TE 값이 가장 낮은 DMU는 동해구기저 도루묵(0.2861)이며, 비효율성의 원인은 모두 순수기술효율성에 있었다.

TAC 대상 중 비효율성이 나타나지 않은 DMU는 잠수기 개조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트롤 오징어인 것으로 나타났으며, TAC 비 대상 가운데에서는 정치망 멸치가 비효율성이 나타나지 않은 DMU였다. 이 중 초효율성 분석을 통해 CCR 기준 근해자망 대게(3.9670)가 가장 효율성이 높은 DMU임을 알 수 있었다.

2014년 CRS TE가 가장 낮았던 DMU는 근해연승 갈치(0.3801)였으며, SE 또한 근해연승 갈치(0.3801)가 가장 낮은 것으로 나타났다. 해당 연도에 VRS TE가 가장 낮았던 DMU는 대형선망 갈치(0.5334)로 분석되었다. 반면 비효율성이 나타나지 않은 DMU는 TAC 대상 중 근해자망 대게, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 동해구트롤 오징어, 동해구기저 도루묵이었으며, TAC 비대상 DMU 중에서는 정치망 멸치에서 비효율성이 나타나지 않았다. 해당 DMU들 가운데 근해자망 대게(3.0284)가 초효율성 분석결과 CCR 기준 가장 효율성이 높은 DMU인 것으로 나타났다.

2015년의 경우 근해연승 갈치의 CRS TE와 SE가 모두 0.3591로 가장 낮았으며, VRS TE는 동해구기저 도루묵이 0.5729로 가장 낮았다. 2015년의 효율성 분석 결과 TAC 대상 DMU 중 잠수기 개조개, 잠수기 키조개, 근해자망 대게, 근해통발 대게, 근해채낚기 오징어, 대형트롤 오징어, 동해구트롤 오징어, 동해구트롤 도루묵에서 비효율성이 존재하지 않았으며, TAC 비대상 DMU들 가운데에서는 기선권현망 멸치와 정치망 멸치에서 비효율성이 나타나지 않았다.

비효율성이 존재하지 않는 것으로 밝혀진 DMU들 중 근해자망 대게(2.6720)가 CCR 기준 초효율성 분석을 통해 가장 효율성이 높은 DMU인

것으로 판명되었다.

이상의 분석 결과, 각각의 연도에서 가장 효율성이 높은 DMU가 특정 어업어종에 국한되어 나타남을 알 수 있었다. 초효율성 분석 결과를 CCR모형을 기준으로 살펴보았을 때 가장 효율성이 높은 DMU는 2011년에서 2015년까지 모두 근해자망 대게인 것으로 나타났다. 효율성이 가장 낮은 DMU의 경우 2012년, 2014년에 근해연승 갈치가 최하위를 차지하였으며, 2011년과 2015년은 동해구기저 도루묵, 2013년은 동해구트롤 도루묵의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다.

근해자망 대게가 효율성이 높게 도출되는 원인을 파악하기 위해 <표 IV-3>의 업종별 대상 어종 생산 비중을 살펴보면 2011년에서부터 2015년까지 근해자망의 어획 대상이 되는 어종 중 대게의 어획 비중이 0.79%로 낮게 나타남을 알 수 있다. 근해자망의 주요 어획 어종이 대게가 아니므로 투입변수로 사용된 어구비, 연료비, 임금의 비중이 낮는데 비해 대게의 판매가격이 높아 산출변수로 사용된 생산금액이 높게 나타났던 점이 근해자망 대게의 상대적 효율성을 높인 것으로 판단된다.

근해연승 갈치의 경우 최근 5년 근해연승의 갈치 어획 비중은 55.44로 나타나 갈치가 해당 업종의 주요 어종이므로 투입변수들의 비중이 높게 책정된데 반해, 낮은 자원 밀도로 인한 어획 부진과 높은 미성어 어획 비중으로 인해 비용대비 채산성이 낮았던 점이 비효율성의 원인으로 작용하였을 것으로 판단된다. 또한 갈치 수입물량의 증가로 국내산 갈치의 수지가 감소하고 있다는 점도 효율성을 낮추는 요인으로 작용하였을 것으로 판단된다. 이러한 연유로 갈치가 근해연승 이외의 쌍끌이대형기저 갈치, 대형선망 갈치, 근해안강망 갈치 등 분석에 사용된 전체 갈치어업 업종에서 전 기간 낮은 효율성 순위가 나타나고 있다.

도루묵 또한 꾸준히 낮은 효율성 순위를 나타내고 있는 어종으로서 동해

구트롤 도루묵의 경우 최근 5년 평균 어획 비중이 0.03으로 나타나 해당 어종이 도루묵을 잡는 비중이 매우 경미함을 알 수 있다. 이 때문에 해당 DMU는 모든 연도에서 다른 DMU들에 비해 투입변수가 차지하는 비중이 가장 낮게 나타났다. 그럼에도 불구하고 도루묵의 연간 생산량이 저조하여 효율성 순위가 꾸준히 부진하게 나타난 것으로 추정된다. 동해구기저 도루묵의 경우 도루묵이 동해구기저 생산량에서 차지하는 비중이 최근 5년 평균 21.14%로 나타나고 있으며, 낮은 어획량과 투입비용대비 상대적으로 낮은 어가가 비효율성을 유발하는 것으로 판단된다.

TAC 대상 유무에 따른 효율성을 비교해보면 DEA와 초효율성 분석 결과 CCR모형을 기준으로 모두 모든 연도에서 TAC 대상 어종의 효율성 값이 더 높게 도출되었음을 확인 할 수 있었다. 그러나 DEA분석 결과의 유의성 검정결과 TAC 대상 어업어종의 효율성이 높다는 결과에 일부 통계적 유의성이 발견되었으나 초효율성 분석의 유의성 검정 결과 모든 기간에서 해당 결과가 통계적으로 유의하지 않음을 알 수 있었다.

4. 전체기간의 어업어종별 초효율성 분석

앞서 DEA와 초효율성 분석 방법을 사용하여 연도별 어업어종의 분석을 진행하여 TAC대상 여부에 따른 어업어종간의 효율성 차이가 통계적으로 유의하지 않다는 결론을 얻었다. 본 연구에서는 추가적으로 기간의 변화에 따른 각 어업어종의 효율성 변화 추이를 파악하기 위해 전체 분석 기간 동안의 초효율성 분석을 진행하였으며, 분석대상이 되는 DMU는 TAC 대상 어종 65개, TAC 비 대상 어종 45개로 총 110개이다. 전 기간의 초효율성 분석에서도 앞선 분석과 같은 투입변수와 산출변수가 사용되었으나, 시계열이 포함된 패널자료이므로 금액으로 표시된 모든 변수에 어류, 갑각류,

패류, 연체류별로 분류된 국가통계포털의 수산물 생산자물가지수를 반영해 2010년을 기준으로 현재가치화 하였다.

가. 초효율성 분석 결과

<표 IV-19> 2011~2015 초효율성 분석 결과

DMU	CCR		BCC	
	Score	Rank	Score	Rank
2011 대형선망고등어	0.4975	56	1.1240	19
2011 대형선망전갱이	0.4974	57	0.7811	61
2011 근해통발붉은대게	0.3498	87	0.5744	74
2011 참수기개조개	0.9093	25	1.0010	34
2011 참수기키조개	0.7266	39	0.7329	65
2011 근해자망대게	1.3190	5	1.3222	8
2011 근해통발대게	0.8207	33	1.0026	33
2011 근해채낚기오징어	1.0708	10	1.1496	17
2011 대형선망오징어	0.5159	53	0.6139	70
2011 대형트롤오징어	0.4858	59	0.9928	38
2011 동해구트롤오징어	1.3654	3	1.6268	2
2011 동해구트롤도루묵	1.0066	18	1.4605	4
2011 동해구기저도루묵	0.2693	100	0.2695	105
2011 쌍끌이대형저인망갈치	0.3743	76	0.3744	98
2011 대형선망갈치	0.4965	58	0.4968	86
2011 근해안강망갈치	0.5409	47	0.5584	78
2011 근해연승갈치	0.2931	97	0.9107	52
2011 근해자망참조기	0.7765	35	1.4032	5
2011 근해안강망참조기	0.5270	50	0.6475	69
2011 기선권현망멸치	0.7316	38	1.3134	9

DMU	CCR		BCC	
	Score	Rank	Score	Rank
2011 근해안강망멸치	0.5119	55	0.5952	71
2011 정치망멸치	1.1838	7	1.1838	13
2012 대형선망고등어	0.3994	73	1.0445	30
2012 대형선망전갱이	0.3993	74	0.5935	72
2012 근해통발붉은대게	0.3436	89	0.5834	73
2012 참수기개조개	1.1460	8	1.2232	12
2012 참수기키조개	0.9196	24	0.9259	49
2012 근해자망대게	1.0400	14	1.1360	18
2012 근해통발대게	1.4402	2	1.4757	3
2012 근해채낚기오징어	1.0376	17	1.0913	24
2012 대형선망오징어	0.4041	72	0.4093	93
2012 대형트롤오징어	0.5352	49	0.9313	48
2012 동해구트롤오징어	0.9577	22	1.0055	32
2012 동해구트롤도루묵	0.7570	37	1.0000	35
2012 동해구기저도루묵	0.2380	103	0.2381	109
2012 쌍끌이대형저인망갈치	0.3371	92	0.3445	102
2012 대형선망갈치	0.4280	71	0.4280	92
2012 근해안강망갈치	0.4557	61	0.5505	80
2012 근해연승갈치	0.2993	96	0.9645	43
2012 근해자망참조기	0.5823	44	0.9045	54
2012 근해안강망참조기	0.4424	66	0.5037	85
2012 기선권현망멸치	0.5719	46	1.0764	25
2012 근해안강망멸치	0.4323	70	0.5124	82
2012 정치망멸치	0.9535	23	0.9535	45
2013 대형선망고등어	0.3598	81	0.8933	56
2013 대형선망전갱이	0.3595	82	0.4023	94
2013 근해통발붉은대게	0.2782	98	0.4803	87

DMU	CCR		BCC	
	Score	Rank	Score	Rank
2013 참수기개조개	0.8996	29	0.9258	50
2013 참수기키조개	0.7711	36	0.7735	62
2013 근해자망대게	1.2741	6	1.2820	10
2013 근해통발대게	1.0395	16	1.2721	11
2013 근해채낚기오징어	1.0570	11	1.1532	15
2013 대형선망오징어	0.3585	84	0.3586	101
2013 대형트롤오징어	0.4420	67	0.7681	63
2013 동해구트룰오징어	0.8885	30	0.9038	55
2013 동해구트룰도루묵	0.1995	105	1.0000	35
2013 동해구기저도루묵	0.2708	99	0.2709	104
2013 쌍끌이대형저인망갈치	0.3352	93	0.4308	91
2013 대형선망갈치	0.3594	83	0.3594	100
2013 근해안강망갈치	0.4524	62	0.5699	75
2013 근해연승갈치	0.2684	101	0.8280	59
2013 근해자망참조기	0.5928	42	0.9750	41
2013 근해안강망참조기	0.4579	60	0.5339	81
2013 기선권현망멸치	0.5186	52	0.9840	40
2013 근해안강망멸치	0.4347	69	0.5593	77
2013 정치망멸치	1.8578	1	2.0665	1
2014 대형선망고등어	0.3712	78	0.9701	42
2014 대형선망전갱이	0.3711	79	0.4791	88
2014 근해통발붉은대게	0.4432	65	0.6993	66
2014 참수기개조개	0.9083	26	0.9567	44
2014 참수기키조개	0.7780	34	0.7974	60
2014 근해자망대게	0.9022	28	0.9075	53
2014 근해통발대게	0.9750	19	1.0915	23
2014 근해채낚기오징어	0.9065	27	0.9454	46

DMU	CCR		BCC	
	Score	Rank	Score	Rank
2014 대형선망오징어	0.3728	77	0.3845	97
2014 대형트롤오징어	0.5749	45	1.0068	31
2014 동해구트롤오징어	1.3539	4	1.3539	6
2014 동해구트롤도루묵	0.3829	75	1.0000	35
2014 동해구기저도루묵	0.8320	32	0.8330	57
2014 쌍끌이대형저인망갈치	0.3268	94	0.4692	89
2014 대형선망갈치	0.3706	80	0.3707	99
2014 근해안강망갈치	0.4520	63	0.5111	83
2014 근해연승갈치	0.3379	91	1.1121	20
2014 근해자망참조기	0.5195	51	0.9856	39
2014 근해안강망참조기	0.4508	64	0.5040	84
2014 기선권현망멸치	0.5152	54	1.0671	27
2014 근해안강망멸치	0.4353	68	0.5674	76
2014 정치망멸치	1.0395	15	1.1508	16
2015 대형선망고등어	0.1942	107	0.9367	47
2015 대형선망전갱이	0.1942	108	0.3352	103
2015 근해통발붉은대게	0.3496	88	0.7427	64
2015 참수기개조개	1.0465	13	1.0644	28
2015 참수기키조개	0.8777	31	0.9129	51
2015 근해자망대게	1.0560	12	1.0687	26
2015 근해통발대게	0.9724	21	1.0482	29
2015 근해채낚기오징어	0.9730	20	1.1045	22
2015 대형선망오징어	0.2020	104	0.2438	107
2015 대형트롤오징어	0.1804	109	0.5538	79
2015 동해구트롤오징어	0.6524	40	0.6525	68
2015 동해구트롤도루묵	0.6329	41	0.6711	67
2015 동해구기저도루묵	0.2389	102	0.2389	108
2015 쌍끌이대형저인망갈치	0.1441	110	0.1519	110

DMU	CCR		BCC	
	Score	Rank	Score	Rank
2015 대형선망갈치	0.1942	106	0.2458	106
2015 근해안강망갈치	0.3560	85	0.3895	96
2015 근해연승갈치	0.3077	95	0.8311	58
2015 근해자망참조기	0.5917	43	1.3380	7
2015 근해안강망참조기	0.3553	86	0.3976	95
2015 기선권현망멸치	0.5395	48	1.1681	14
2015 근해안강망멸치	0.3419	90	0.4582	90
2015 정치망멸치	1.1117	9	1.1117	21
TAC 대상 어종 평균	0.6830	50.12	0.8583	51.05
TAC 비대상 어종 평균	0.5246	63.27	0.7524	61.87
전체 평균	0.6182	55.50	0.8150	55.50

전체기간의 초효율성 분석 결과 CCR모형에서 TAC 대상 어종의 평균 효율성은 0.6830이었으며, 비대상 어종의 평균 효율성은 0.5246인 것으로 나타났다. BCC모형에서는 TAC 대상 어종과 TAC 비대상 어종의 평균 효율성이 각각 0.8583과 0.7524인 것으로 분석되어 두 모형 모두에서 TAC 대상 어종의 효율성이 더 높게 나타남을 알 수 있었다.

DMU들 가운데 2013 정치망 멸치의 효율성이 CCR모형과 BCC모형 모두에서 가장 높게 나타났으며, 효율성 값은 각각 1.8587과 2.0665이었다. 두 모형을 통틀어 가장 효율성이 낮은 DMU는 2015년의 쌍끌이대형저인망갈치로 CCR모형과 BCC모형 각각에서 0.1441과 0.1519의 값이 도출되었다.

<표 IV-20> 전체기간 초효율성 랭킹변화 (CCR모형)

CCR							
DMU	2011	2012	2013	2014	2015	평균	순위
대형선망 고등어	56	73	81	78	107	79.00	16
대형선망 전갱이	57	74	82	79	108	80.00	18
근해통발 붉은대게	87	89	98	65	88	85.40	19
잠수기 개조개	25	8	29	26	13	20.20	6
잠수기 키조개	39	24	36	34	31	32.80	7
근해자망 대게	5	14	6	28	12	13.00	2
근해통발 대게	33	2	16	19	21	18.20	4
근해채낚기 오징어	10	17	11	27	20	17.00	3
대형선망 오징어	53	72	84	77	104	78.00	15
대형트롤 오징어	59	49	67	45	109	65.80	13
동해구트롤 오징어	3	22	30	4	40	19.80	5
동해구트롤 도루묵	18	37	105	75	41	55.20	10
동해구기저 도루묵	100	103	99	32	102	87.20	20
TAC 어종 평균	41.92	44.92	57.23	45.31	61.23		
쌍끌이대형저인망 갈치	76	92	93	94	110	93.00	21
대형선망 갈치	58	71	83	80	106	79.60	17
근해안강망 갈치	47	61	62	63	85	63.60	11
근해연승 갈치	97	96	101	91	95	96.00	22
근해자망 참조기	35	44	42	51	43	43.00	8
근해안강망 참조기	50	66	60	64	86	65.20	12
기선권현망 멸치	38	46	52	54	48	47.60	9
근해안강망 멸치	55	70	69	68	90	70.40	14
정치망 멸치	7	23	1	15	9	11.00	1
TAC 비 대상어종 평균	51.44	63.22	62.56	64.44	74.67		
전체 평균	45.82	52.41	59.41	53.14	66.73		

<표 IV-21> 전체기간 초효율성 랭킹변화 (BCC모형)

BCC							
DMU	2011	2012	2013	2014	2015	평균	순위
대형선망 고등어	19	30	56	42	47	38.80	10
대형선망 전갱이	61	72	94	88	103	83.60	18
근해통발 붉은대게	74	73	87	66	64	72.80	14
잠수기 개조개	34	12	50	44	28	33.60	8
잠수기 키조개	65	49	62	60	51	57.40	13
근해자망 대게	8	18	10	53	26	23.00	4
근해통발 대게	33	3	11	23	29	19.80	2
근해채낚기 오징어	17	24	15	46	22	24.80	5
대형선망 오징어	70	93	101	97	107	93.60	19
대형트롤 오징어	38	48	63	31	79	51.80	12
동해구트를 오징어	2	32	55	6	68	32.60	7
동해구트를 도루묵	4	35	35	35	67	35.20	9
동해구기저 도루묵	105	109	104	57	108	96.60	21
TAC 어종 평균	40.77	46.00	57.15	49.85	61.46		
쌍끌이대형저인망 갈치	98	102	91	89	110	98.00	22
대형선망 갈치	86	92	100	99	106	96.60	21
근해안강망 갈치	78	80	75	83	96	82.40	16
근해연승 갈치	52	43	59	20	58	46.40	11
근해자망 참조기	5	54	41	39	7	29.20	6
근해안강망 참조기	69	85	81	84	95	82.80	17
기선권현망 멸치	9	25	40	27	14	23.00	4
근해안강망 멸치	71	82	77	76	90	79.20	15
정치망 멸치	13	45	1	16	21	19.20	1
TAC 비 대상어종 평균	53.44	67.56	62.78	59.22	66.33		
전체 평균	45.95	54.82	59.45	53.68	63.45		

<표 IV-22> DMU별 효율성 변동계수

(단위: %)

DMU	CCR	BCC
대형선망 고등어	23.29	37.41
대형선망 전갱이	23.00	20.28
근해통발 붉은대게	14.31	12.42
잠수기 개조개	45.29	44.02
잠수기 키조개	17.43	12.23
근해자망 대게	70.92	79.22
근해통발 대게	61.11	63.32
근해채낚기 오징어	40.97	49.99
대형선망 오징어	23.76	15.14
대형트롤 오징어	38.96	37.42
동해구트롤 오징어	81.78	89.42
동해구트롤 도루묵	62.68	63.28
동해구기저 도루묵	35.43	23.02
TAC 어종 평균	41.46	42.09
쌍끌이대형저인망 갈치	12.95	8.69
대형선망 갈치	22.20	8.01
근해안강망 갈치	21.43	9.88
근해연승 갈치	3.76	34.64
근해자망 참조기	13.26	75.20
근해안강망 참조기	20.18	11.28
기선권현망 멸치	13.09	52.62
근해안강망 멸치	17.82	9.08
정치망 멸치	76.06	84.34
TAC 비 대상어종 평균	22.30	32.64
전체 평균	33.62	38.22

CCR모형과 BCC모형 모두를 분석의 모델로 삼았으나 이하 분석의 결과에 대해서는 전체 효율성을 나타내는 CCR모형을 중심으로 기술하였다.

<표 IV-22>는 CCR모형을 통해 분석된 초효율성 값의 DMU별·기간별 랭킹의 변화를 나타내고 있다. 분석결과 2011년에서 2015년까지의 기간 동안 평균 효율성이 가장 높았던 DMU는 정치망 멸치로 전체 평균 순위는 11위로 나타났다. 반면 근해연승 갈치는 96위로 가장 낮은 순위를 나타냈다.

정치망 멸치의 경우 어체의 손상을 최소화 시킬 수 있는 함정어구를 사용해 조업이 이루어지므로 어획물이 높은 가격으로 유통되어 여타 멸치 어획 방법에 비해 높은 효율성을 나타내고 있으며, 상대적으로 연료비와 어구비 비중이 낮아 전체 효율성 또한 전 기간 상위권을 유지했을 것으로 추측된다. 이에 반해 근해연승 갈치의 경우 낮은 수익성 및 저조한 조업 실적으로 인해 지속적으로 낮은 효율성 순위가 나타난 것으로 판단된다.

변동계수를 통해 각 DMU들의 기간별 효율성의 변동을 파악해본 결과 CCR모형 기준 변동성이 가장 큰 DMU는 동해구트롤 오징어(81.78%)였으며, 가장 효율성 변동이 낮았던 DMU는 근해연승 갈치(3.76%)였다. 동해구트롤 오징어의 경우 2011년부터 2015년까지 지속적으로 어획량과 생산금액이 감소하여 효율성 순위의 하락이 이루어졌던 점이 주요 원인으로 보이며, 근해연승 갈치의 경우 지속적으로 어획량이 저조하기는 하였으나 어획량과 생산금액의 변동 폭이 크지 않았던 점이 그 요인인 것으로 판단된다.

각 DMU들의 기간별 효율성 순위의 변화를 살펴보면 해당 DMU의 효율성에 개선이 이루어졌는지 퇴보하고 있는지를 파악할 수 있다. 전체 DMU의 평균 효율성 순위는 2011년이 가장 높은 것으로 나타났으며, 가장 낮은 연도는 2015년인 것으로 나타났다. TAC 대상 어종은 평균적으로 2011년에서 2013년까지 효율성이 감소하다가 2014년 반등한 이후 2015년에 다시 효율성이 감소하는 모습을 보이고 있다. TAC 비대상 어종의 경우 2013년에

2012년에 비해 0.66위만큼 효율성 순위가 상승하였으나 시간이 지남에 따라 지속적으로 효율성이 감소하는 모습을 보이고 있다.

개별 TAC 대상 어업어종의 변화 양상을 살펴보자면 대형선망 고등어는 2011년에서 2013년까지 효율성이 지속적으로 감소했으며, 2014년에 효율성의 개선이 이루어졌다가 2015년 다시 효율성이 감소하였다. TAC 대상 어종 가운데 대형선망으로 어획이 이루어지는 전갱이와 오징어 또한 효율성의 변화 형태가 동일한 것으로 분석되었다. 이들 DMU의 효율성 증감은 어획량의 증감과 같은 모습을 보였으나 2015년의 경우 어획량이 증가하였음에도 불구하고 어선세력(톤수)이 증가하여 효율성이 하락한 것으로 판단된다.

근해통발 붉은대게는 다른 어업 방법에 비해 어업의 효율성이 낮아 효율성 순위가 낮은 것으로 파악되나 효율성 변동의 폭이 크지 않고 비교적 일정한 것으로 나타났다. 그 원인을 파악하기 위해 투입변수와 산출변수를 확인한 결과 붉은대게의 경우 산출변수의 증감이 투입변수의 증감과 비례하여 나타나고 있음을 알 수 있었는데, 이는 자원의 관리가 안정적으로 이루어지고 있기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 붉은대게는 자원의 증가로 인해 TAC 할당량이 증가하고 있는 어종인데, 증가한 분량을 어획하기 위해 투입변수의 투입이 증가하자 그에 비례하여 산출량이 증가하는 형태를 보이고 있다. 실제로 붉은대게가 해당 어종을 어획하는 근해통발 어업인들의 적극적인 참여로 인해 TAC제도를 성공적으로 안착시킨 대표적인 사례로 꼽힌다는 점이 이를 뒷받침해준다.

잠수기 개조개는 TAC 대상 어종들의 효율성 변동 평균(41.46)에 비해 큰 45.29의 변동성을 나타내고 있으나 시간이 지남에 따라 효율성이 다소 개선되고 있음을 알 수 있다. 그러나 이는 자원량의 증가로 인한 결과가 아닌 투입변수의 감소로 인한 것이며, 2015년은 전체 분석 기간 중 연료비가 가장 낮았던 해였던 것으로 파악되었다.

잠수기 키조개는 투입 및 산출변수의 변동 폭이 낮아 효율성 변동의 폭이 낮으며, 시간이 지남에 따라 효율성이 약간 개선되고 있다.

근해자망 대게와 근해통발 대게는 모두 변동계수가 높게 나타나는데, 근해자망 대게의 경우 평균 효율성 순위가 높은 DMU이나 시간이 지남에 따라 효율성이 다소 감소하는 모습을 보이고 있다. 이는 근해자망 대게의 생산량이 지속적으로 감소하고 있는 것에 비해 투입변수들의 투입량 수준이 일정하게 유지되고 있거나 오히려 증가하고 있기 때문으로 판단되며 2015년의 효율성이 직전년도에 비해 개선된 것은 연료비의 하락으로 인한 것으로 판단된다. 근해통발 대게는 전체 분석 대상 DMU 가운데 평균 어가가 가장 높은 DMU로서 2012년 생산량이 하락하였으나 생산금액이 증가하여 효율성이 증가하였으며, 이후 지속적으로 효율성이 감소하고 있다.

오징어를 어획하는 어업업종의 경우 모두 시간이 지남에 따라 효율성이 감소하는 경향이 나타나고 있다. 해당 어업 업종들은 생산금액의 감소로 효율성이 감소하는 것으로 판단되는데 생산량의 감소로 인한 금액 하락보다는 어가의 감소로 인한 생산금액의 하락이 더 큰 영향을 미치는 것으로 보인다.

근해채낚기는 오징어를 잡는 어업들 가운데 어가가 가장 높으며, 동해구트롤의 경우 어구비가 가장 낮아 오징어 어업들 중 이 두 어업의 효율성이 상대적으로 높게 나타나는 것으로 보인다. 반면 대형선망은 어선의 규모가 가장 크고 투입되는 비용들이 높아 효율성이 상대적으로 낮게 나타나는 것으로 보이며 대형트롤 또한 대형선망에 비해 어선의 톤수는 적으나 생산금액 대비 비용의 비중이 높아 효율성이 낮게 나타나는 것으로 보인다.⁶⁾

2011년 18위로 다소 높은 효율성 순위가 도출되었던 동해구트롤 도루묵의

6) 분석에 사용된 통계청의 경영비 자료를 토대로 작성한 근거이나 대형트롤의 경우 2010년의 어구비(88,742천원)에 비해 2011년의 어구비(431,095천원)가 5배가량 높고 동해구트롤의 경우 2010년의 어구비(49,895천원)에 비해 2011년의 어구비(8,291천원)가 1/5 수준으로 나타나는 등 통계자료 상의 신뢰문제가 나타나고 있음.

경우 2013년 105위를 기록하며 급락하였다가 2015년 41위로 효율성이 일부 회복되었다. 동해구기저 도루묵은 평균 100위권의 효율성 순위를 보이다 2014년 32위로 급등 했는데 2015년에 다시 102위로 효율성이 하락하였다.

동해구트롤 어업의 경우 동해구트롤 어업으로 도루묵을 어획하는 비중이 최근 5년 평균 0.03%로 매우 낮은 비중을 차지하고 있어 투입변수의 비중이 낮아 생산량에 비해 효율성이 높게 나타나고 있으며, 이 때문에 생산량과 생산금액의 변동에 효율성이 민감하게 반응하는 것으로 판단된다. 따라서 2013년 동해구트롤 도루묵의 효율성이 급락한 것은 동해구트롤로 어획된 도루묵의 어획량이 약 1톤으로 분석 기간 가운데 가장 낮았던 점이 원인인 것으로 보인다.

동해구기저 도루묵의 경우 동해구기저의 도루묵 생산 비중이 평균 21.14%이나 2014년 생산비중이 6.07%로 감소하여 분석에 반영된 투입변수들의 투입량이 감소하여 효율성 순위가 상승하였던 것으로 판단된다.

TAC 비 대상어종의 개별 변화 양상을 파악해 보면 갈치의 경우 고급어종임에도 불구하고 효율성 순위가 대체로 하위권에 머물고 있는 것으로 나타난다. 전반적으로는 미성어의 남획으로 인해 생산량 대비 생산금액이 낮은 것이 그 영향으로 보인다.

갈치의 개별 효율성 변화를 살펴보면 쌍끌이대형저인망 갈치의 경우 지속적으로 효율성이 하락하였으며, 특히 2015년 어획량의 급감으로 인해 전체 분석 DMU 가운데 최하위를 차지하였다.

대형선망 갈치의 경우 TAC 대상 어종인 대형선망 고등어, 전갱이, 오징어와 효율성 순위 변동의 모습이 비슷하고 평균 순위 또한 비슷한 것으로 나타난다. 이는 조업 비용이 다른 어업에 비해 높는데 반해 어체의 손상이 높아 어가가 낮으며, 시간이 지남에 따라 어가가 더 하락하여 생산금액이 낮아졌기 때문인 것으로 판단된다. 특히 2015년 대형선망의 생산량이 직전

년도에 비해 2배가량 증가했음에도 불구하고 절반 이하로 떨어진 어가로 인해 생산금액이 오히려 더 낮아진 것은 2015년의 대형선망 갈치의 효율성 순위를 106위로 떨어트리는데 큰 요인으로 작용했을 것으로 보인다.

근해안강망 갈치 또한 점차 효율성이 감소하는 모습을 보이고 있으나 갈치 어업 가운데에서는 평균 효율성 순위가 가장 높은 것으로 분석되었다.

근해연승 갈치의 경우 전체 분석 대상 DMU 가운데 두 번째로 어가가 높은 DMU이며, 갈치를 어획하는 어업 중에서는 가장 어가가 높음에도 불구하고 평균 효율성 순위가 96위인 것으로 나타나 전체 분석 대상 가운데 가장 낮은 효율성 순위를 차지하였다. 이는 분석에 사용된 전체 DMU들 중에서 근해연승 갈치의 톤당 생산량이 가장 낮기 때문인 것으로 판단된다.

참조기도 미성어 어획량의 증가와 생산량의 감소로 지속적으로 효율성이 감소하는 추세를 보이고 있는 어종이며, 근해안강망 참조기에 비해 근해자망 참조기의 효율성 순위가 더 높은 것으로 나타난다. 이는 근해자망 참조기의 생산량과 생산금액이 근해안강망 참조기에 비해 더 높은 것에 영향을 받은 것으로 짐작된다.

멸치의 경우 기선권현망 멸치와 근해안강망 멸치의 효율성 순위는 점차 감소하고 있으며, 정치망 멸치의 경우 효율성 순위가 상승 하락을 반복하고 있는 것으로 분석되었다.

기선권현망 멸치의 생산량은 2012년 이후 회복세를 보이고 있으나 어가변동으로 인한 생산금액의 변동, 임금의 지속적인 증가와 톤수의 증가세로 인해 효율성이 감소하고 있는 것으로 보인다. 2015년은 어가가 가장 낮았던 연도임에도 불구하고 직전연도에 비해 다소 효율성 순위가 개선되었는데 이 시기는 전체 기간 중 연료비 지출이 가장 낮았고 생산량이 가장 높은 시기였다.

근해안강망 멸치는 근해안강망 멸치 생산량의 증감과 같은 형태의 효율성 변화를 나타내고 있다. 정치망 멸치는 전체 분석 DMU 가운데 평균 효

효율성 순위가 가장 높은 DMU로서 2012년에 어선세력인 톤수의 증가와 생산금액의 감소로 효율성 순위가 하락하였으나 2013년에 전체 DMU중 가장 효율성이 높은 DMU로 선정되었다. 이러한 결과에는 해당 시기의 정치망 멸치의 톤수가 직전년도의 40% 수준으로 감소하고 어가가 상승하였던 점이 주요 원인으로 작용했을 것으로 판단된다.

나. 초효율성 분석 결과 유의성 검정

<표 IV-23> 전체기간 초효율성 T검정 결과

			Levene의 등분산 검정		t-검정	
			F	유의확률	t	유의확률(단측)
2011 ~ 2015	CCR	등분산 미가정	11.2039	0.0011	2.4596	0.0064
	BCC	등분산 가정	2.7798	0.0984	4.0592	0.0001

전체기간의 초효율성 분석 결과 TAC 대상 어업이 비 대상 어업에 비해 CCR모형과 BCC모형 모두에서 효율성이 높은 것으로 파악되었으며, 이에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위해 모수적 검정 방법인 T검정을 진행하여 분석 결과를 <표 IV-23>로 나타내었다. 그러나 T 검정 결과 CCR모형의 F 값의 유의확률이 0.05를 넘지 못해 두 집단 간 분산의 동질성이 확보되어야 한다는 가정을 만족하지 못하였으며, 이 경우 분석 결과의 신뢰성에 문제가 발생할 수 있으므로 비모수검정인 순위합 검정을 추가로 실시하였다.

<표 IV-24> 전체기간 초효율성 순위합검정 결과

구분	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값
CCR	110	0.6182	0.3397	0.1441	1.8578
BCC	110	0.8147	0.3502	0.1519	2.0665
구분		CCR		BCC	
Mann-Whitney의 U		1112		797	
Wilcoxon의 W		2147		1832	
Z		-2.1339		-4.0459	
Monte Carlo 유의확률 (단측)	단측 유의확률		**0.0177	***0.0000	
	99% 신뢰구간	하한	**0.0143	***0.0000	
		상한	**0.0211	***0.0005	

*: 10% 수준에서 유의적, **: 5% 수준에서 유의적, ***: 1% 수준에서 유의적.

순위합 검정을 진행한 결과 두 집단 가운데 TAC 대상 어종의 효율성이 더 높다는 분석 결과는 CCR모형과 BCC모형 모두 통계적으로 유의한 것으로 판명되었으며, 그 내용은 위의<표 IV-24>와 같다.

앞서 각 연도별 효율성의 분석을 통해서도 TAC 대상 어종으로 관리되고 있는 어업어종의 효율성이 TAC 비 대상 어종에 비해 효율성이 높다는 분석 결과가 DEA 모형에서는 일부 유의적이었으나 초효율성 모형에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 이에 반해 전체 기간의 초효율성 분석 결과가 유의적으로 도출된 것은 각 연도별 효율성 분석에 비해 전체 초효율성의 DMU수가 더 많아 분석대상 표본수가 증가하여 통계적으로 유의한 결과를 이끌어내기에 더 적합했기 때문이라고 판단되어진다. 개별 연도의 효율성 분석 시에는 해당 기간 내의 DMU들 간에만 비교가 이루어지지만 전체 기간을 종합하여 분석을 진행하는 경우 비교대상의 범위가 넓어져 보다 정밀한 분석이 가능해진다.

위의 두 결과를 종합해 보면 1년이라는 단기적인 관점에서 TAC 대상 어종과 비대상 어종의 비교가 이루어지는 경우 두 그룹간의 유의적인 차이를 도출해내기에는 어려움이 있으므로 보다 장기적인 관점에서 비교 분석을 실시해야한다는 결론을 내릴 수 있다.

그러나 TAC 대상 어종의 평균 효율성이 TAC 비 대상 어종에 비해 높게 도출되었다는 결과가 통계적으로 유의한 값을 나타내기는 했으나, 이를 TAC제도의 관리에 따른 차이라고 해석하는 것은 무리가 있다. TAC 대상 여부별 평균 효율성 값은 TAC 대상 어종이 높았으나, 개별 DMU들의 효율성 값을 살펴보면, TAC 대상 어종 가운데에는 환경의 변화와 실질어획노력량 미통제, 조업량 미신고 등으로 자원이 감소하여 TAC 비 대상 어종에 비해 효율성이 낮은 DMU들이 다수 존재하는 것으로 나타났다.

또한 전체기간의 초효율성 분석 결과 가장 효율성이 높은 DMU가 TAC 비대상 어종인 정치망 멸치인 것으로 나타나는 등 모든 TAC 대상 어종이 해당 정책으로 인해 생산효율성에 긍정적인 영향을 받고 있다고 해석하기에는 어려움이 있다.

V. 결론

본 연구에서는 TAC 대상 유무에 따른 어종의 효율성을 비교하기 위하여 DEA 분석과 초효율성 분석을 이용하여 2011년에서 2015년까지의 각 기간 별 분석을 진행하였다. 분석에 사용된 투입변수는 어구비, 연료비, 임금, 톤 수이며, 산출변수는 생산량 생산금액을 사용하였으며, 투입변수에는 각 어업어종의 생산 비중을 반영하여 분석을 진행하였다. TAC 대상 어업어종은 총 13개, 비대상 어업 어종은 총 9개로 도합 22개의 DMU가 사용되었으며, DEA와 초효율성 분석 결과, TAC 대상 어종의 효율성이 더 높게 도출되었으며, DEA에서는 일부 유의적 이었으나 초효율성 분석 결과에서는 통계적 유의성이 발견되지 않았다.

또한 기간에 따른 효율성의 개선 추이를 파악하기 위해 전체 기간을 종합하여 초효율성 분석을 진행하였으며, 앞선 효율성 분석에 사용된 투입·생산 변수들 가운데 금액에 해당하는 모든 항목을 2010년을 기준으로 현재가치화 하여 분석에 이용하였다. TAC 대상 어업어종은 총 65개, TAC 비대상 어업어종은 총 45개로 총 110개의 DMU가 분석에 사용되었으며, TAC 대상 어종의 효율성이 더 높은 것으로 나타난 분석 결과는 통계적으로도 유의한 결과를 나타냈다.

그러나 TAC 대상 어종의 평균 효율성이 TAC 비 대상 어종에 비해 효율성이 높게 도출되기는 하였으나, TAC 대상 어종 가운데에는 환경의 변화와 실질어획노력량 미통제, 조업량 미신고 등으로 자원이 감소하여 TAC 비 대상 어종에 비해 효율성이 낮은 DMU들이 다수 존재하고 있고, 전체기간의 초효율성 분석 결과 가장 효율성이 높은 DMU가 TAC 비대상 어종인 정치

망 멀치인 것으로 나타나는 등 모든 TAC 대상 어종이 해당 정책으로 인해 생산효율성에 긍정적인 영향을 받고 있다고 해석하기에는 어려움이 있다.

이렇듯 TAC 대상 여부가 어업의 생산 효율성에 미치는 영향이 고르게 나타나지 않는 데에는 TAC 대상 어종을 생산하는 비중이 큰 어업이 관리의 어려움을 이유로 대상 업종에서 제외되고, 관리 대상 업종의 해당 어종 어획 비중이 낮아 실제 해당 어족자원의 관리에 큰 영향을 미치지 못하는 등 아직 TAC 제도에 개선될 점이 많이 남아있기 때문인 것으로 판단된다.

TAC 제도는 서식어종이 다양하고 다수어업에 의해 다수 어종이 혼획되는 특징을 가진 우리나라 연근해 어업의 특징으로 인해 시행에 어려움을 겪고 있다. 또한 복잡한 여러 이해관계로 인해 할당량이 높게 설정되기도 하며 관리 대상 어업의 실제어획량과 보고량이 다르게 나타나 관리에 허점이 많다는 평을 받고 있다. TAC 대상 어종 중에 인접국과 동일하게 사용하는 자원 등 우리나라의 관리 노력만으로는 자원관리가 어려운 어종이 다수 포함되어 있는 것도 큰 문제라고 할 수 있다.

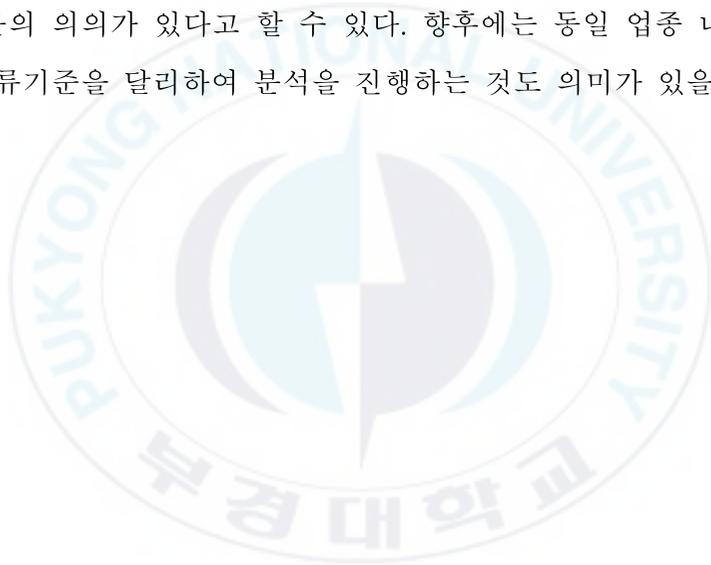
이처럼 TAC제도만으로는 자원의 원활한 관리가 이루어지기 어려우므로, 지속적인 자원의 이용을 위해서는 여러 가지 자원관리 수단들을 연계하고 직접적인 어획노력량의 관리 등을 뒷받침해야 할 필요성이 있다.

본 연구를 통해 TAC 대상 유무가 생산 효율성에 미치는 영향이 TAC 대상 어종 내에서도 다양하게 도출되고 있으며, 향후 개선되어야 할 부분이 존재함을 알 수 있었다. 그러나 효율성 분석 방법 자체가 절대적인 점수를 의미하는 것이 아닌 상대적인 비교의 척도이므로 해당 분석의 결과가 절대적인 결과는 아니라는 점과 TAC를 통해 자원수준이 개선되어 생산의 효율성이 증가할 수는 있으나, 동 제도 자체가 생산 효율성의 증대를 보장하는 것이 아니라는 것은 유념해야 할 사실이다.

TAC 제도가 업종별 관리의 한계점을 보완하기 위해 도입된 제도이나 혼

획률이 높은 우리나라 어업의 특성상 어종 단위의 관리가 이루어지기 힘들고, 이와 같은 이유로 어종별 어업 비용 자료도 존재하지 않아 분석에 사용된 어업 경영비 자료의 경우, 현시점에서는 업종별 평균 비용에 각 어종의 생산 비중을 반영하여 사용 할 수밖에 없었다는 점 또한 분석상의 아쉬움으로 남는다.

그러나 기존에 연구되지 않았던 방식을 도입하여 TAC 대상 어종과 비대상 어종 간의 비교를 통해 TAC의 효과를 파악해보고자 하는 시도를 하였으며, TAC 대상 어종에 대한 종합적인 배경 자료를 총괄하여 보았는데 이 논문의 의의가 있다고 할 수 있다. 향후에는 동일 업종 내 어종간의 비교등 분류기준을 달리하여 분석을 진행하는 것도 의미가 있을 것으로 판단된다.



참고문헌

- 강경희 (2013) ITQ 어업관리제도의 경제적 효과에 관한 연구 : 붉은대게 어업을 중심으로,
부경대학교 해양산업경영학과 석사학위논문
- 국립수산과학원 (2015) 수산자원회복 대상종의 자원상태 및 권고안
- 국립수산과학원 (2009) 대게류 자원조사
- 김대영 · 이정삼 · 김도훈 (2011) 수산자원회복계획의 성과평가 개선방향에 관한 연구, 수산경영집, 42(3), 15-29
- 김도훈 (2015) 도루묵 수산자원회복계획에서의 TAC 정책 평가, 수산경영론집, 46(1), 29-39
- 김도훈 (2003) 자원회복계획 하에서의 총허용어획량 어업정책 효과에 관한 생물 경제학적 분석 : 미국 멕시코만의 Yellowedge Grouper 어업을 사례로, 자원 · 환경경제연구, 12(4), 663-688
- 김지우 (2013) DEA Window를 이용한 연근해어업의 주요업종별 효율성 비교 연구, 부경대학교 응용경제학과 석사학위논문
- 김형석 · 이햇님 (2011) 대형선망어업에 있어서 고등어 (*Scomber japonicus*) 어장의 어황변동, 한국어업기술학회지, 47(2), 108-117
- 류정곤 · John M. Gates · 남종오 · 김태기 · 강준석 · 신영태 · 이상고 · 조정희 · 최종두 (2005) 다수어종 · 다수어업의 TAC 평가에 관한 연구, 한국해양수산개발원 연구보고서, 한국해양수산개발원, 2-78
- 박철형 (2005) 뉴질랜드 ITQ 시스템의 경제적 성과분석과 이의 한국수산업에 대한 도입가능성에 관한 연구, 해양비즈니스, 71-81
- 박철형 (2010) Super-SBM을 이용한 어항의 효율성분석에 관한 연구, 수산경영론집, 41(3), 129-151
- 박철형 (2014) 연근해어업 업종별 생산성 추정에 관한 연구, 수산경영론집, 45(1), 63-77.
- 서효정 · 박철형 (2016) DEA를 이용한 붉은대게 어업의 TAC 제도 도입효과 분석, 인문사회과학연구, 17, 1-29
- 신용민 (2003) 시장유인적 어업관리를 위한 산업조직정책에 관한 연구, 수산경영론집, 34(2), 1-25
- 염동기 · 신현대 (2013) 자료포락분석 (DEA) 을 이용한 산학협력단의 상대적 효율성 평가, 행정논총, 51(1), 293-319

- 이정훈 · 김병관 · 김도훈 · 안희춘 · 이춘우 (2012) 동해안 대게 자망어업의 어획 성능 및 어획 능력 평가, 한국어업기술학회지, 48(1), 29-39
- 이정민 (2015) 자료포락분석을 이용한 근해어업 생산성 비교 분석, 부경대학교 응용경제학과 석사학위논문
- 이창현 · 최찬문 · 서두옥 · 오택윤 · 김정년 · 김영혜 · 김성호 · 김병엽 (2010) 한국 근해 참조기 유자망 어업의 어획량 변동, 한국과학기술정보연구원, 제2010권, 107-110
- 이헛님 (2009) 대형선망어업의 어황 및 해황 특성, 부경대학교 수산물리학과 석사학위논문
- 임성복 (2009) DEA에서 투입 · 산출 요소 선택 방법, 산업공학 (IE interfaces), 22(1), 44-55
- 장동현 · 송춘호 (2011) DEA를 이용한 산림조합의 효율성 분석, 한국협동조합연구, 29(3), 93-110
- 장운영 (2013) 동태적 접근을 통한 멸치자원의 최적어획량 분석 :기선권현망어업을 중심으로, 서울대학교 농경제사회학부 석사학위논문
- 정영훈 (2011) 수산자원관리 정책방향, 어항어장, 96(3), 한국어촌어항협회, 36-41
- 조정희 · 홍성걸 · 오순택 · 정명생 · 이상민 (2001) 생물경제모델을 이용한 고등어자원의 최적 어획량 추정에 관한 연구, 한국해양수산개발원 연구보고서, 1-118
- 차병열 · 양원석 · 김주일 · 장선익 · 추은경 · 박주삼 (2008) 2007 년 남해안 멸치의 산란밀도와 어장가입, 한국어류학회지, 20(3), 190-197
- 최재명 (2003) 근해채낚기어업과 대형트롤어업간 오징어 공조조업에 관한 연구, 부경대학교 수산경영학과 석사학위논문
- 최종열 · 김도훈 (2009) 자율갱신적 어업자원의 최적 생산 결정, 한국생산관리학회지, 20, 109-127
- 한국해양수산개발원 (2012) 대중성 어종 수급 및 가격 동향 조사
- 해양수산부 (2008) 수산자원회복계획의 체계적 이행방안에 대한 연구
- 해양수산부 (2011) 수산자원관리기본계획(2011-2015)
- 해양수산부 (2016) 제 2차 수산자원관리 기본계획(2016-2020)
- 황강석 · 최정화 · 오택윤 (2012) 인공신경망을 활용한 고등어의 위판가격 변동 예측 : 어획량 제한이 없었던 TAC 제도 시행 이전의 경우, 한국어업기술학회지, 48(1), 72-81
- 국립수산과학원, <https://www.nifs.go.kr> (월간 어항정보 2011년 1월 ~ 2016년 1월)
- 국가통계포털, <http://kosis.kr>

수산정보포털, <http://www.fips.go.kr>

한국해양수산개발원 수산업관측센터, <http://www.foc.re.kr/>

국립수산과학원 수산생명자원정보센터, <http://www.nifs.go.kr/frcenter/>

한반도 생물자원 포털, <http://species.nibr.go.kr>

한국민족문화대백과사전, <https://encykorea.aks.ac.kr/>

한국해양무척추동물도감, <http://terms.naver.com/list.nhn?cid=42478&categoryId=42521>

