



## 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

# DEA를 이용한 OECD 국가 수산업 효율성 분석



2014년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

응용경제학과

박 연 지



경제학석사 학위논문

# DEA를 이용한 OECD 국가 수산업 효율성 분석

지도교수 윤형모

이 논문을 경제학석사 학위논문으로 제출함.



2014년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

응 용 경 제 학 과

박 연 지

박연지의 경제학석사 학위논문을 인준함.

2014년 2월 21일



|   |   |       |           |
|---|---|-------|-----------|
| 주 | 심 | 경제학박사 | 박 철 형 (인) |
| 위 | 원 | 경제학박사 | 윤 형 모 (인) |
| 위 | 원 | 경제학박사 | 신 용 민 (인) |

## <목 차>

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 제 I 장 서론 .....                           | 1  |
| 1절 연구의 배경 및 목적 .....                     | 1  |
| 2절 연구의 범위 및 방법 .....                     | 2  |
| 3절 연구의 구성 .....                          | 3  |
| 4절 선행 연구 .....                           | 3  |
| 제 II 장 이론적검토 .....                       | 6  |
| 1절 효율성의 개념 및 측정 방법 .....                 | 6  |
| 2절 DEA의 이론적 검토 .....                     | 8  |
| 1) 투입지향 CCR 모형(Input Oriented CCR) ..... | 8  |
| 2) 투입지향 BCC 모형(Input Oriented CCR) ..... | 11 |
| 3) DEA 모형의 장점, 단점 .....                  | 13 |
| 제 III 장 연구의 설계 및 실증 분석 .....             | 15 |
| 1절 분석 자료 개요 및 기초 통계량 .....               | 15 |
| 1) 변수의 선정 .....                          | 15 |
| 2) 표본의 선정 .....                          | 17 |
| 3) 기초 통계량 .....                          | 18 |
| 2절 DEA 분석 결과 .....                       | 22 |
| 1) 효율성 분석 .....                          | 22 |
| 2) 효율성 순위 .....                          | 27 |
| 3) 규모 효율성에 대한 특성 .....                   | 28 |
| 4) 준거집단 및 람다( $\lambda$ )값 .....         | 32 |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 5) 투영점와 투입물 초과분 .....    | 36     |
| 6) 효율성 개선 .....          | 40     |
| 7) 순위합검정 .....           | 48     |
| <br>제 IV 장 결론 .....      | <br>54 |
| 1절 연구의 요약 및 시사점 .....    | 54     |
| 2절 연구의 한계점 및 연구 방향 ..... | 56     |
| <br>참고문헌 .....           | <br>58 |



## 〈표 차 례〉

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 〈표 IV-1〉 투입 변수와 산출 변수 .....                           | 16 |
| 〈표 IV-2〉 선정된 DMU .....                                | 17 |
| 〈표 IV-3〉 국가별 투입 변수 및 산출 변수 .....                      | 19 |
| 〈표 IV-4〉 투입 변수 및 산출 변수에 대한 기술 통계량 .....               | 20 |
| 〈표 IV-5〉 투입 변수 및 산출 변수의 상관계수 .....                    | 21 |
| 〈표 IV-6〉 2008년 17개국의 OECD 국가의 수산업 효율성 분석 결과 .....     | 22 |
| 〈표 IV-7〉 효율성이 비효율적으로 나타난 원인 .....                     | 26 |
| 〈표 IV-8〉 전체 기술 효율성의 값과 순위 .....                       | 28 |
| 〈표 IV-9〉 VRS 가정 하의 규모 효율성에 대한 특성 .....                | 29 |
| 〈표 IV-10〉 준거 집단 및 참조 횃수 (투입지향 CCR모형) .....            | 30 |
| 〈표 IV-11〉 준거 집단 및 참조 횃수 (투입지향 BCC모형) .....            | 31 |
| 〈표 IV-12〉 투입지향 CCR모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값 ..... | 33 |
| 〈표 IV-13〉 투입지향 BCC모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값 ..... | 35 |
| 〈표 IV-14〉 CCR모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분 .....            | 37 |
| 〈표 IV-15〉 BCC모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분 .....            | 39 |
| 〈표 IV-16〉 효율성 개선을 위한 목표값과 실제값 .....                   | 41 |
| 〈표 IV-17〉 수출양 상위 국가와 하위 국가 .....                      | 48 |
| 〈표 IV-18〉 수출량 상위 6개국과 하위 11개국 순위합검정 통계량 .....         | 50 |
| 〈표 IV-19〉 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가 .....                   | 51 |
| 〈표 IV-20〉 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가의 순위합검정 통계량 .....        | 53 |

# A Study On The Efficiency Of Fisheries In OECD Countries Based On DEA

Park Yeon Ji

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

## Abstract

Fisheries is a source of life for fishermen and fishery product has increased its value as a food due to natural disasters and population growth. With the increase in consumption of fishery products, resources of fishery product are overfished by injection of supernumerary fishing effort quantity, and are gradually depleted due to changes such as advances in technology, oceanic environment. These problem are global issues. As resources aren't preserved by reduction of catch of fish and fishing vessel from one country, international convention for fisheries is contracted.

Through this study, it can know the degree of excess of commitment element by examining variables that can affect output of marine products in the world. In order words, it can know degree of adjustment of input variables to maintain the production efficiency.

In this study, I used the following elements: the number of fishing vessels, gross registered tonnage, the number of employees in fisheries, government financial transfers to fishing as the input variables, the total production as the output variable. Due to It is difficult to know the exact amount of shoal of fishes, the amount of shoal of fishes are assumed to be fixed, the amount of fishing effort that is artificially controllable as subject of analysis is used in this study. And this study is targeted a total of 17 countries: Norway, New Zealand, Iceland, Japan, Chile, Turkey, South Korea, Australia, Greece, Denmark, Belgium, Sweden, Spain, Estonia, the UK, Italy, Finland. 'Review of Fisheries: Country Statistics 2012' provided by OECD(Organization for Economic Cooperation and

Development) is used for the data of the study. The theory used for study is DEA model that is nonparametric efficiency measurement and input-oriented CCR model suggested by Charnes, Cooper, and Rhodes(1978), input-oriented BCC model suggested by Banker, Charnes, and Cooper(1984) and Rank-sum test suggested by Wilcoxon-Mann-Whitney are used for this study.

In summary for efficiency of fisheries, overall technical efficiency (CRS) is 55%, pure technical efficiency (VRS) is 35%, and 30% of efficiency of scale inefficiency. The current the total output can be maintained even variables used study reduce 55%, 35% and 30% on average. Countries or return to scale are Iceland, Chile, Denmark, Finland. These countries are operated efficient in fisheries because of efficiency value of 1 in input-oriented CCR model. In Pure technical efficiency of BCC model, Norway, Iceland, Japan, Chile, Denmark, Belgium, Estonia, Finland is a country that is relatively efficient. From among these countries, Norway, Japan, Belgium, Estonia are inefficient about scale efficiency because technical efficiency is 1, but pure technical efficiency is not 1.

In summary for Rank-sum test, it exists efficiency gap between top 6 countries of many amount of exports:Norway, Chile, Denmark, Spain, Iceland, United Kingdom and bottom 11 countries of many amount of exports:Sweden, Japan, South Korea, Belgium, New Zealand, Australia, Italy, Greece, Turkey, Estonia, Finland due to scale efficiency. In addition, It can be seen that there is no efficiency gap between non-EU countries:Norway, New Zealand, Iceland, Japan, Chile, Turkey, South Korea, Australia and european Union:Greece, Denmark, Belgium, Sweden, Spain, Estonia, the UK, Italy, Finland.

Due to lack of data, it can't be compared effectiveness of fisheries among all OECD countries in this study. This study was analyzed using the data of 2008 due to lack of DMU required for analysis. Thus, It can be expected difference the year 2013. It was analyzed using statistical data without considering about individual characteristics of countries and only considered fishing effort because it is difficult to know the exact amount of shoal of fishes.

# 제 I 장 서론

## 1절 연구의 배경 및 목적

수산업은 자연을 대상으로 생산 활동을 수행하는 1차 산업이기에 투입, 산출의 관계가 안정적이지 못 하고 불확실한 특성을 가지고 있다. 수계에서 생산 활동이 이루어지기에 자연의 영향을 간과할 수 없으며 생산 대상인 수산 자원이 이동성을 가지고 있기에 생산량이 급격하게 변동하는 특성이 있다. 이러한 특성으로 인해 어업인의 어구나 노동, 기술 및 어선과 같은 시설에 대한 투자 활동을 저해되고, 합리적인 경영관리 의욕을 저하시킴으로서 수산업 발전에 장애 요소가 될 수 있다. 하지만 수산업은 어민들의 삶의 원천이 되며, 수산물은 자연 재해 및 인구 증가로 인해 식품으로서의 가치가 증가하고 있다.

FAO Fishstat<sup>1)</sup>에 의하면 2002년에 식용으로 소비된 수산물량은 100,700,000톤에서 2003년 103,400,000톤, 2004년 104,500,00톤, 2005년 107,100,000톤, 2006년에는 110,400,00톤으로 점차 증가하여 왔다. 또한, 세계 1인당 하루 수산물 섭취 칼로리를 살펴보면 1997년에는 28kcal에서 2009년에는 33kcal로 나타나 수산물에 대한 1인당 하루 섭취량이 증가하고 있음을 알 수 있다.

이러한 수산물 소비의 증가와 함께 수산물 자원은 어업에 필요 이상의 노력량을 투입함으로써 남획되고 있으며 기술의 발전, 해양 환경 등의 변화로 수산물 자원은 점차 고갈되어 가고 있다. 수산물에 관한 것은 비단 우리나라의 문제만이 아니라 전 세계가 같이 겪는 문제로서 수산업에 관한 국

---

1) FAO Fishstat (<ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/default.htm>)

제적 협약이 존재하는 것도 한 국가에서만 어획량을 감소하고 어선 수를 감축시킨다고 하여 자원이 보존되는 것이 아니기 때문이다.

수산물의 수급 불확실성이 커지고 있는 가운데, 수산물 생산량에 영향을 미칠 수 있는 변수를 통해 생산의 효율성을 살펴봄으로써 세계적으로 어느 정도 투입 요소가 과잉되었는지 알 수 있으며 이를 통해, 생산 효율성을 유지하기 위해 어느 정도 투입 변수를 감소시켜야 하는지도 알 수 있다.

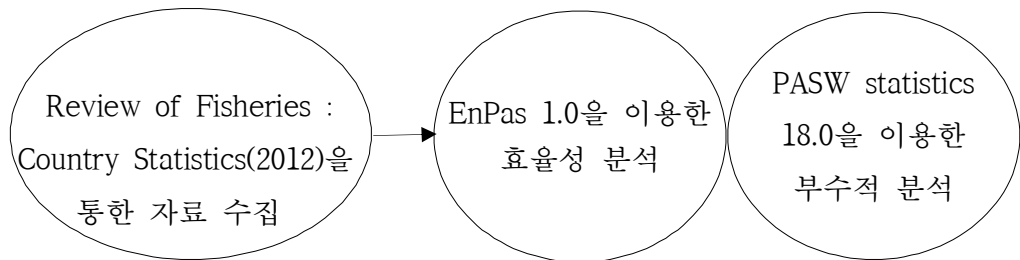
## 2절 연구의 범위 및 방법

어획함수를 추정할 때 어획량은 어군량과 어로 활동에 든 어선, 고용된 인원, 어구, 어로 시간 같은 것을 포함하는 어획노력량에 의존하는데 분석의 편의를 위해 어로 활동으로 인해 어군의 밀도가 변하지 않는 단기와 밀도가 변화하는 장기로 나누어 생각해 볼 수 있다.<sup>2)</sup> 본 연구에서는 투입 변수로 척수, 총톤수, 고용인원, 정부재정이전을 투입하였으며 종속 변수로 총생산량을 설정하여 분석하였다. 어획노력량은 변수로 포함하였으나 어군량은 변수로 포함하지 않았는데 이는 각 어군량에 대한 정확한량을 알기 어렵기에 어군량은 일정하다고 가정하고 인위적으로 제어 가능한 어획 노력량만을 분석 대상으로 하였기 때문이다.

연구를 시행하기 위한 자료는 2008년을 기반으로 하며, 연구 대상이 되는 국가는 노르웨이, 뉴질랜드, 아이슬란드, 일본, 칠레, 터키, 한국, 호주, 그리스, 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 스페인, 에스토니아, 영국, 이탈리아, 핀란드로 총 17개 국가를 대상으로 한다. 연구를 위한 자료는 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development : 경제 협력 개발 기구)에서 제공하는 국가별 수산업 현황 안내서(Review of Fisheries: Country Statistics)를 이용한다. 효율성을 분석하기 위해서 EnPAs(Efficiency and Productivity Analysis System) 1.0버전 프로그램을 이용하였으며, 변수들에 관한 기초 통

2) 유동운, 현대수산경제론, 28-31:2000

계량 및 상관관계수, 순위합검정을 분석하기 위해 PASW statistics 18.0 버전 프로그램을 이용하였다.



### 3절 연구의 구성

본 연구의 I장에서는 우리나라의 수산업에 대한 현황을 배경으로 연구의 목적, 범위 및 방법에 대해 설명하였고 OECD 국가에 관한 선행 연구 및 수산업에 관한 연구를 살펴보았다. II장에서는 DEA에 관한 이론적 검토를 하였다. III장에서는 변수에 대한 기초통계량 및 효율성에 관한 연구 결과를 도출하였다. IV장에서는 분석결과를 토대로 요약 및 한계점과 연구 방향을 제시하였다.

### 4절 선행 연구

OECD 국가에 대해서 DEA와 Malmquist를 활용하여 의료 서비스 및 교육 등 다양한 분야에서 효율성 연구가 이루어지고 있다. 그러나 OECD 국가에 대한 수산업 효율성에 관한 분석은 존재하지 않는데, 이는 국가별로 수산업이 상이한 상황 하에 있으나 이를 고려하지 않은 채 단순히 효율성을 측정, 분석하는 것이 왜곡된 결과를 가져올 수 있기 때문인 것으로 여겨진다. 우

리나라의 개별 어업에 대한 효율성 분석은 상당히 많이 존재하고 있기에 본 연구의 선행 연구로는 DEA 모형을 이용하여 수산업이 아닌 다른 분야에서 OECD 국가에 대한 효율성을 연구하거나 우리나라의 개별 어업에 대한 효율성을 분석한 것을 바탕으로 한다.

이주량(2010)은 OECD 주요국의 농산업 생산성과 R&D 투자에 대한 비교를 하였으며 한국 농산업의 생산과 부가가치는 감소하고 있으나 이것은 OECD 대부분 국가의 공통 추세이며 노동 생산성 자체는 매우 낮게 나왔으며 농업 생산성이 낮은 원인으로 농산업에 대한 투자가 부족하고 R&D 효율성이 낮기 때문인 것으로 나타났다.

서영준(2011)은 2007년부터 2010년까지의 선석 수, 선석길이, 총면적, 장비대수를 투입변수로 하고 산출 변수로는 총 처리물동량을 사용하여 ASEAN 지역의 주요 32개 항만의 효율성을 측정하였다. 4년 동안 효율성 지수를 1 이상으로 유지하고 있는 항만은 Tanjung Pelepas항과 Kota Kinabalu항으로 말레이시아 항만의 상대적 효율성이 높은 것으로 나타났다.

김도훈(2006)은 1978년부터 2003년까지의 단위 노력당 어획량(CPUE), 척당 톤수, 마력수, 조업일수를 투입변수로, 총어획량 자료를 산출변수로 하여 우리나라 대형선망어업의 어획능력을 측정하였다. 그 결과 대형선망어업에서 과잉 어획이 발생하고 있는데 그는 개별 어선의 어획 노력량 증가에도 불구하고 어획량은 비례적으로 증가되지 않았기 때문이다. 어획량이 증가되지 않은 것은 대형선망어업의 주요 어획대상종인 고등어, 전갱이, 정어리가 1999년부터 총허용어획량(Total allowable catch : TAC) 제도에 의해 어획량이 통제되고 있기 때문이다.

오환중(2010)은 2004년부터 2008년까지의 점포수, 종업원수, 출자금을 투입 변수로 하고 매출액, 영업이익, 예수금을 산출 변수로 하여 우리나라 수산업협동조합의 경영효율성을 측정하였다. 그 결과 2004년에는 효율적인 DMU<sup>3)</sup>가 6개 였으나 2008년에는 효율적인 DMU가 4개로 나타나 년도가 경

---

3) DMU는 DEA 모형에서 분석되는 효율성 평가 대상을 의미하며, 의사결정단위(Decision Making Unit : DMU)라고 한다.

과됨에 따라 효율성이 떨어지는 것으로 나왔으나 전체적으로는 비슷하게 경영되고 있다는 사실을 알 수 있었다.

장영재(2012)는 2000년부터 2009년까지의 인구 1,000명당 활동 의사수, 인구 1,000명당 활동 간호사수, 인구 1,000명당 병상수(병원)를 투입 변수로 하고 인구 1인당 외래 방문건수, 인구 100,000명당 퇴원환자수를 산출변수로 하여 OECD 가입 15개 국가의 의료 서비스 산업의 효율성을 측정하였다. 그 결과 한국이 Best practice로서 다른 OECD 국가에 비해 의료 서비스 산업의 효율성이 높은 것으로 나타났다.



## 제 II 장 이론적 검토

### 1절 효율의 개념 및 측정 방법<sup>4)</sup>

효율성(Efficiency)이란 특정 조직이 제한된 자원 내에서 최대 산출물을 창출해내는 생산 기술을 말한다. 일반적으로 ‘투입량에 대한 산출량의 비율’로 자주 사용되는 기술적 효율성은 생산 요소의 가변성, 대체 가능성을 전제로 투입 생산 요소의 여러 조합을 통하여 최대의 생산량을 얻는 생산 방법을 말한다.

DEA에 있어서 효율성에 대한 정의는 Charnes & Cooper(1985)에 의하면 다음과 같다.

첫째, DMU의 산출 요소는 투입 요소 일부를 증가시키거나 산출 요소의 다른 일부를 감소시켜야 증가할 수 있다.

둘째, DMU의 투입 요소는 산출 요소 일부를 감소시키거나 투입 요소의 다른 일부를 증가시켜야 감소할 수 있다.

셋째, 비효율성은 투입 요소의 비효율성(Input Inefficiency)과 산출 요소의 비효율성(Output Inefficiency)으로 구분할 수 있다.

투입 요소의 비효율성은 주어진 산출 수준을 생산할 때 투입물을 최적으로 사용하지 않아서 발생한다. 이는 기술 비효율성과 배분 비효율성으로 나뉜다. 기술 비효율성은 주어진 산출 수준을 생산하기 위한 최소한의 투입보다 더 많은 투입을 하였을 때 발생한다. 배분 비효율성은 투입물간 결합이 최적상태가 아닌 배율에서 결합될 때 발생한다. 이 둘의 합을 비용 비효율성이나 전체 비효율성이라고 한다.

---

4) 박만희, 효율성과 생산성 분석, 15-17:2008

산출 요소의 비효율성은 최소한의 단위 비용만큼 산출물의 결합이나 수준을 생산하지 못하는 경우에 발생한다. 이는 다시 투입 요소를 비효율적으로 사용해 발생하는 순수 기술 비효율성(Pure Technical Inefficiency), 산출 수준이 규모 수익 불변에서 결정되지 않은 상태로 균형이 이루어질 때 발생하는 규모 비효율성(Scale Inefficiency)로 나뉜다. 5)

효율성 값은 상대적인 것으로 자료 내에서 가장 효율적인 것의 효율성을 1이라 하면 그보다 작은 값을 갖는 효율성은 모두 비효율적인 것으로 평가한다.

효율성을 측정하는 방법으로는 크게 함수적 접근법, 비율 분석법, 생산성 지수법 등으로 구분할 수 있는데 이같은 방법의 한계점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 공공 부문, 서비스 부문의 경우 정확한 비용 함수의 도출이 어려우며 투입물, 산출물과의 상관관계를 객관적으로 규명하는 것도 어렵다.

둘째, 다수의 투입물을 이용하여 다수의 산출물을 생산하는 산업에서는 모든 투입물과 산출물을 동시에 고려하여 효율성을 측정하기 어렵다.

셋째, 다른 조직과 상대적인 효율성을 평가하기 위해서는 객관적인 평가 기준이 제시되어야 하지만 하나의 기준이나 평가자에 의하여 평가 결과가 다르게 나올 수 있다.

넷째, 모든 투입물, 산출물이 화폐액으로 표시됨으로써 가격 효과가 작용할 수 있으며 이로 인해 순수한 생산성 측정에 영향을 미칠 수 있다.

다섯째, 외생 변수 및 범주형 변수 등 투입물과 산출물의 환경 변수를 고려할 수 없다.

여섯째, 효율성 평가 후 비효율적으로 평가된 경우 어느 부문에서 어느 정도의 비효율성이 존재하는지 정확한 자료를 제시 할 수 없다.

이러한 한계점을 극복하고 효과적으로 생산성을 평가할 필요성이 있기에 등장한 것이 DEA모형이다.

---

5) Charnes. A. W. et. al, A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S.AirForces, 95-112:1985

## 2절 DEA의 이론적 검토

DEA 모형 중에서 가장 많이 활용되는 모형은 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)의 CCR 모형<sup>6)</sup>과 Banker, Charnes, and Cooper(1984)의 BCC 모형<sup>7)</sup>이다. 이 두 모형은 다시 투입 요소에 초점을 두는가, 산출물에 초점을 두는가에 따라 투입 지향(Input Oriented)과 산출 지향(Output)으로 구별되는데 여기서는 본 연구에서 분석을 시행할 투입 지향 모형에 대해 검토하기로 한다.

### 1) 투입지향 CCR 모형(Input Oriented CCR)<sup>8)</sup>

Farrell의 상대적인 효율성 개념을 새로이 해석하고 이를 다수 투입물과 다수 산출물과의 비율 모형으로 연장하여 비선형계획법으로 나타낸 것이 CCR 모형이다. CCR 모형은 규모에 대한 수익 불변(Constant Returns to Scale : CRS)<sup>9)</sup>이라는 가정 하에 모형을 도출하기에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분할 수 없다. 또한 평가 대상이 되는 DMU들의 투입물의 가중 합계에 대한 산출물의 가중 합계의 비율이 1을 초과해서는 안 되며 각 투입 요소와 산출 요소의 가중치들은 0보다 크다는 단순한 제약 조건하에서 DMU의 투입물 가중 합계에 대한 산출물 가중 합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형분수계획법이다. 따라서 CCR 모형은 투입 요소 가중치와 산출 요소 가중치의 비율로서 실적을 요약할 수 있으며, 투입 요소에 대한 가중치  $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ 와 산출 요소에 대한 가중치  $u = (u_1, u_2, \dots, u_s)$ 를 사용하여 가상 산출(Virtual Output)과 가상 투입(Virtual

6) Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E., Measuring the efficiency of decision-making units(1978)에서 소개된 모형이다.

7) Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis(1984)에서 소개된 모형이다.

8) 박만희, 효율성과 생산성 분석, 53-60:2008

9) CRS(Constant Returns to Scale)는 규모에 대한 수익 불변 하에서의 기술적 효율성으로서, 그 값이 1에 가까울수록 효율성이 높음을 의미한다.

Input)의 총요소생산성 비율을 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

투입 지향 CCR 모형은 평가되어야 할  $n$ 개의 DMU가 존재하고 각 DMU는  $m$ 개의 투입물을 사용하여  $s$ 개의 산출물을 생산한다.  $j$ 번째  $DMU_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 의  $i$ 번째 투입물을 사용량을  $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$ 라고 하고,  $r$ 번째 산출물을  $y_{rj} (r = 1, 2, \dots, s)$ 라고 하고  $x_{ij} \geq 0, y_{rj} \geq 0$ 이라고 할 때, 개별 DMU는 최소한 하나 이상의 투입 요소를 사용하여 하나 이상의 산출요소를 생산한다고 하면 식(2)와 같은 분수형계획문제(Fractional Programming Problem)로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \dots\dots\dots \text{식(1)}$$

$$Max \ h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \dots\dots\dots \text{식(2)}$$

$$\Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad u_r \geq \epsilon > 0, v_i \geq \epsilon > 0$$

( $i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s$ )

첫 번째 제약식은 목적 함수에서 동일한 가중치  $u_r$ 와  $v_i$ 를 이용하여 계산한 가중 합계의 비율이 1보다 작거나 같다는 것을 나타낸다. 나머지 두 제약 조건식은 투입물과 산출물의 가중치는 0보다 커야 하며,  $\epsilon$ 은 모든 가중치의 값이 임의의 작은 양수  $\epsilon$  이상의 값을 갖도록 하는 조건을 나타낸다. 식 (2)는 목적 함수가 비선형(Nonlinear), 제약 조건이 비볼록(Nonconvex)이기에 목적 함수의 투입물의 가중합을 1로 고정한 상태에서 제약 조건식을 변형한 후 개별 DMU에 대해서 아래 식(3)으로 풀면 된다.

DEA 모형에서 DMU의 수  $n$ 은 투입 요소 수와 산출 요소의 수의 합  $m+s$ 보다 크기 때문에 식(3)는 많은 제약 조건식을 가지게 된다. 일반적으로 선형계획법에서는 제약 조건식의 수가 많아지면 문제를 해결하는 데 소요되는 시간이 증가하며 해결하기 어려워지기에 쌍대문제로 변형한 뒤에 해결하는 것이 바람직하다. 식(3)의 제약 조건식이  $\leq$  형이기에 표준형으로 변형하기 위해 여유 변수  $s^-, s^+$ 를 넣어 정리하면 식(4), 효율성을 측정하기 위해서 Arnold et al.(1995)이 제안한 2단계 해법(two-stage solution)을 적용하면 식(5)와 같이 된다.

DEA가 비율 모형이라는 점을 감안하면 효율적인 DMU들은 효율성 지수 ( $h_0^*$ )를 제공하고, 비효율적인 DMU들은 1보다 작은 효율성 지수를 제공한다. 식(4)의  $DMU_0$ 가 효율적( $h_0^*=1$ )이라고 평가되기 위해서는  $\theta^*=1$ 와 여유변수  $s_i^{-*}, s_r^{+*}=0$ 을 만족해야 한다.

$$\begin{aligned} h_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \\ \Rightarrow \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad \dots\dots\dots \text{식(3)} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ (j &= 1, \dots, n \quad u_r, v_i \geq \epsilon) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } h_0 &= 0 \\ \Rightarrow \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta_{x_{i0}} \quad \dots\dots\dots \text{식(4)} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_j^+ &= y_{r0} \\ (i &= 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s \quad s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Max} \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \\
& \Rightarrow \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta^* x_{i_0} \quad \dots\dots\dots \text{식 (5)} \\
& \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = y_{r_0} \\
& (i = 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s \quad s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0)
\end{aligned}$$

## 2) 투입지향 BCC 모형(Input Oriented BCC)<sup>10)</sup>

Banker, Charnes, and Cooper(1984)는 규모에 대한 수익 불변이라는 가정 하에서 모형이 도출되는 CCR 모형을 완화하여 규모 수익 가변(Variable Returns to Scale)이란 가정을 적용하고 블록성 필요 조건을 추가하여 BCC 모형을 만들었다. BCC 모형으로부터 도출되는 효율성은 순수 기술적 효율성을 의미한다.

주어진 투입물 수준을 유지하면서 생산되는 산출물을 극대화하려는 산출 극대화 형태의 투입지향 BCC 모형을 분수계획법 형태로 나타내면 식(6)과 같으며 이를 목적 함수의 분모인 투입 요소의 가중합을 1로 고정시킨 후 일반적인 선형계획법 문제로 변형시키면 식 (7)과 같다.

$u_0$ 는 부호제약을 받지 않은 규모 지수(Scale Indicator)를 나타내는데 이 점이 투입 지향 CCR 모형과의 차이이다. 최적 해를 구한 후 도출되는  $u_0^*$ 를 통해 평가대상 DMU의 규모 수익 현상을 파악할 수 있다.  $u_0^* > 0$ 이라면 규모 수익 체감,  $u_0^* < 0$  이라면 규모 수익 체증,  $u_0^* = 0$ 이라면 규모 수익 불변이 된다. 이를 쌍대 문제로 변형하면 식(8)과 같이 된다.

10) 박만희, 효율성과 생산성 분석, 66-68:2008

$$\begin{aligned}
Max \ h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\
\Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1 \quad (u_r \geq \epsilon > 0, v_i \geq \epsilon > 0) \quad \dots\dots\dots \text{식 (6)} \\
(i &= 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad r = r, \dots, s)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Max \ h_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0 \\
\Rightarrow \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 &\leq 0 \quad \dots\dots\dots \text{식 (7)} \\
\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\
(j &= 1, \dots, n \quad u_r, v_i \geq \epsilon)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Min \ h_0 &= 0 \\
\Rightarrow \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{i0} \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ &= y_{r0} \quad \dots\dots\dots \text{식 (8)} \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
(i &= 1, \dots, m \quad r = 1, \dots, s \quad s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0)
\end{aligned}$$

투입 지향 CCR 모형과는 다르게 제약 조건식에  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  가 추가된 것이 투입 지향 BCC 모형이다. 이것은 BCC 모형이 규모에 대한 가변성을 완전히 허용하기 위해서 볼록성 제약인  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 을 쌍대적인 DEA에 추가적으로 포함시킨 것이다. 이 제약 조건을 통해 규모 효율적인 점을 확장하거나 축소하는 것이 불가능해진다.

투입 지향 BCC 모형으로부터 도출된 효율성을 바탕으로 비효율적인 DMU가 효율적인 DMU가 되기 위해서 감소시켜야 할 투입 요소의 초과분,

증가시켜야 할 산출물의 부족분은 식(9)를 이용하여 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \widehat{x}_{i0}, \widehat{y}_{r0} &= x_{i0}, y_{i0} \text{의 투영점} \\ \widehat{x}_{i0} - x_{i0} &= \text{투입물 초과분} \\ \widehat{y}_{r0} - y_{r0} &= \text{산출물 부족분} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots \text{식 (9)}$$

$$\begin{aligned} \text{여기서, } \widehat{x}_{i0} &= \sum_{j=1}^n \lambda_j^* x_{ij} = \theta^* x_{i0} - s_i^{-*}, \forall i \\ \widehat{y}_{r0} &= \sum_{j=1}^n \lambda_j^* y_{rj} = y_{r0} + s_r^{+*}, \forall r \end{aligned}$$

### 3) DEA 모형의 장점, 단점

DEA 모형의 장점은 다음의 다섯 가지로 정리 할 수 있다.

첫째, 투입 요소, 산출 요소가 다양하여 하나의 효율성 지수로 표현하기 힘든 경우에 유용하게 사용할 수 있다. 투입 요소, 산출 요소의 측정 단위가 각각 다른 경우에도 적용할 수 있고 화폐 단위로 표시할 수 없는 경우에도 이용할 수 있다.

둘째, 모집단의 평균치를 이용하는 회귀 분석과는 달리 효율적인 DMU의 개별적인 관점에 초점을 두기에 개선 가능성에 대한 유용한 정보를 제공한다.

셋째, 투입 요소, 산출 요소에 대한 가중치를 직접 추정하여 평가대상 DMU의 효율성을 추정하기에 미리 투입 요소와 산출 요소에 대한 지식이나 규정이 불필요하다.

넷째, 지리적 위치, 경쟁 환경의 심화 정도 등 외생 변수를 고려하거나 조정하는 것이 가능하다.

다섯째, 공공 부문과 같은 경우에는 투입 요소나 산출 요소의 가격을 파악하기가 어려운 경우가 많기에 계량화하기 어렵다는 문제를 해결할 수 있다.

DEA 모형의 단점 또한 다음의 다섯 가지로 정리 할 수 있다.

첫째, DEA 모형이 갖는 본질적인 특징에 기인한 한계이다. DEA는 상대적인 효율성 평가 모델이므로 DEA에서 효율적인 단위로 평가된 DMU라 하더라도 개선의 여지가 없는 절대적인 효율 단위로 간주하여서는 안 된다.

둘째, 모델에 이용된 변수들에 따라 DMU의 상대적인 효율치가 달라질 수 있다. 특정 DMU의 독특한 산출 변수가 평가 모델에 포함될 경우 비교 기준의 대상 DMU가 존재하지 않거나 상대적으로 우위에 있게 되어 유리한 결과를 얻게 된다.

셋째, DEA에서 이용되는 자료에서 비롯되는 한계점으로 모델에 이용되는 실증 자료가 통계적 오류를 포함한 경우 DEA 결과 역시 오류가 미치는 결과를 포함하여 나타난다.

넷째, DEA 모형은 개별 DMU에 대해서 독립적인 선형 계획 문제를 생성 시키기 때문에 DMU 수가 증가하면 계산량도 증가한다.

다섯째, DEA는 정점을 이용한 기법이기에 측정 오차 문제를 야기할 수 있고 비모수적 기법이기에 통계적으로 가설 검증을 하기 어렵다.



### 제 III 장 연구의 설계 및 실증 분석

#### 1절 분석 자료 개요 및 기초 통계량

##### 1) 변수의 선정

본 연구의 분석은 OECD(<http://www.oecd.org/>)에서 제공되는 OECD Review of Fisheries: Country Statistics(2012)을 바탕으로 자료를 확보하였는데, 2002년부터 2010년까지의 OECD 33개국에 관한 자료가 수록되어 있었다. 이중 비교적 자료 확보가 충실한 2008년 자료를 바탕으로 5개의 변수와 17개의 국가를 선정하였다.<sup>11)</sup> 5개의 변수에 대해 정리한 것이 <표 IV-1>이다.

선정된 자료들은 the Coordinating Working Party on Fishery Statistics(이하 CWP)의 방법론에 의해 수집되었으며<sup>12)</sup> 본 분석에서도 CWP에서 사용한 변수의 정의를 이용하여 설명하고자 한다.

어업 선박은 어류를 착지, 수송 보존 및 처리, 잡기 위해 사용되는 모든 종류 및 모든 크기의 부동 개체를 말하며 그에 대한 척수를 투입 변수로 사용하였다. 총톤수는 선체 프레임부터 선박의 밀폐된 공간(선박 내부)을 모두 포함한 양을 나타내며 고용인원은 수확, 양식, 처리와 관련된 인원의

11) 본래 OECD 회원국은 34개국이나, OECD Review of Fisheries: Country Statistics(2012)에는 이스라엘을 제외한 33개국과 아르헨티나, 대만, 타이가 포함된 36개국에 대한 자료가 수록되어 있었다. 이 중, 유용하지 않은(not available) 자료에는 공백으로 비워져 있었기에 이전에 발행한 OECD Review of Fisheries: Country Statistics(2011) 및 漁業経営体に関する基本的項目(어업 경영체에 관한 기본적 항목)을 참조하여 값의 차이가 크거나 공백이 존재하는 경우에는 분석 국가에서 제외, 17개국을 선정하였다.

12) FAO(<http://www.fao.org/fishery/en/>)의 CWP Handbook of Fishery Statistical Standards 표준 분류의 개념과 세부 사항에 대한 포괄적 정의가 있다.

총 합을 의미한다. 정부재정이전은 ①어업 소득 증가로 연결되는 것으로 정부가 어부에게 직접 지불한 것 ②고정 자본과 다양한 투입 요소의 비용을 줄이고자 하는 목적의 비용 ③어부들이 직면하고 있는 비용을 절감하는 일반적인 서비스에 대한 것이다. 총생산량은 국내 항구에서 내려진 자국민의 어획량과 외국 항구에서 내려진 자국민의 어획량, 국내 항구에 내려진 외국인의 어획량, 양식 생산량을 모두 합친 것으로 어획량의 기준을 배에서 갓 잡은 상태에서의 어획량이 아닌 항구에 내려진 어획량을 기준으로 한다. 이 중 국내 항구에 내린 외국인의 어획량은 자국의 공급량에 영향을 줄 수 있다고는 하나 본 분석에서는 공급량을 분석하는 것이 아니기에 제외하기로 한다. 또, 양식 생산량은 어선 척수와 총톤수와 같은 어선과 관련된 변수와 연관성이 크지 않기 때문에 제외하기로 한다.

〈표 IV-1〉 투입 변수와 산출 변수

| 구분    | 변수명    | 단위  | 변수 설명                                                                                     |
|-------|--------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 투입 변수 | 척수     | 척   | 어업 활동을 위한 모든 종류의 부동 개체                                                                    |
|       | 총톤수    | 톤   | 배 전체의 무게                                                                                  |
|       | 고용인원   | 명   | 수확, 양식, 처리에 관련된 인원                                                                        |
|       | 정부재정이전 | 천달러 | 어부에게 직접 지불된 비용<br>고정 자본, 비용을 줄이고자 하는 목적에서 지불된 비용<br>일반적인 서비스 비용                           |
| 산출 변수 | 총생산량   | 톤   | landing을 기준<br>국내 항구에서 내린 자국민의 어획량<br>외국 항구에서 내린 자국민의 어획량<br>국내 항구에 내린 외국인의 어획량<br>양식 생산량 |

## 2) 표본의 선정

본 연구의 분석을 위해 선정된 17개의 국가는 <표 IV-2>과 같다.

DEA 모형은 DMU의 개수와 투입 변수와 산출 변수에서 선정된 변수의 개수에 따라 효율성 분별력에 영향을 미칠 수 있다. 이와 관련하여 Bank, Charnes and Cooper(1984)<sup>13)</sup>는 최소한 투입 변수와 산출 변수의 합보다 DMU의 개수가 3배 이상이어야 한다고 제안하였는데, 본 분석에서는 4개의 투입 변수와 1개의 산출 변수로 5개의 변수, 17의 DMU이므로 제시된 기준에 부합한다.

<표 IV-2> 선정된 DMU

| DMU   | 국가명   | 비고 |
|-------|-------|----|
| DMU1  | 노르웨이  |    |
| DMU2  | 뉴질랜드  |    |
| DMU3  | 아이슬란드 |    |
| DMU4  | 일본    |    |
| DMU5  | 칠레    |    |
| DMU6  | 터키    |    |
| DMU7  | 한국    |    |
| DMU8  | 호주    |    |
| DMU9  | 그리스   | EU |
| DMU10 | 덴마크   | EU |
| DMU11 | 벨기에   | EU |
| DMU12 | 스웨덴   | EU |
| DMU13 | 스페인   | EU |
| DMU14 | 에스토니아 | EU |

13) Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis(1984)에서 소개된 기준이다.

|       |      |    |
|-------|------|----|
| DMU15 | 영국   | EU |
| DMU16 | 이탈리아 | EU |
| DMU17 | 핀란드  | EU |

주) 비교의 EU는 유럽연합국임을 나타낸다.<sup>14)</sup>

### 3) 기초통계량

<표 IV-3>에는 본 분석에 이용되는 2008년도 국가별 투입 변수 및 산출 변수를 나타낸다. 투입 변수로는 척수, 총톤수, 고용인원, 정부재정 이전을 넣었고, 산출 변수로는 총 생산량을 넣었다.<sup>15)</sup> 예를 들어 노르웨이의 경우 6,785척의 척수, 363,239톤의 총톤수, 24,162명의 고용인원, 303,458,000달러의 정부재정이전을 투입변수로 하며 2,720,031톤의 생산량을 산출변수로 한다. 아이슬란드의 경우 1,166척의 척수, 146,614톤의 총톤수, 7,200명의 고용인원, 46,432,000달러의 정부재정이전을 투입변수로 하며 1,457,060톤의 생산량을 산출변수로 한다.

일본의 경우 99,062척의 척수, 731,433톤의 총톤수, 221,986명의 고용인원, 2,043,658,000 달러의 정부재정이전을 투입변수로 하며 4,416,998톤의 생산량을 산출변수로 한다.

한국의 경우 80,766척의 척수, 621,336톤의 총톤수, 273,784명의 고용인원, 879,477,000 달러의 정부재정이전을 투입변수로 하며 1,952,472톤의 생산량을 산출변수로 한다.

14) 유럽 연합 국가와 비유럽 연합 국가로 나눈 것은 정렬의 용이함을 위해서이며 유럽 연합 국가, 비유럽 연합 국가 각각  $\rightarrow$ 의 텍스트 오름차순으로 정렬한 것이다.

15) 각 변수는 변수의 선정에서 설명한 정의를 바탕으로 각 변수에 포함되는 자료의 합계로 구하였으며, 유효한 값이 존재하지 않는 경우 임의의 값을 넣을 수 없기에 유효한 값의 합만을 사용하였다.

〈표 IV-3〉 국가별 투입 변수 및 산출 변수

| 국가    | 투입변수      |            |             |                 | 산출변수        |
|-------|-----------|------------|-------------|-----------------|-------------|
|       | 척수<br>(척) | 총톤수<br>(톤) | 고용인원<br>(명) | 정부재정이전<br>(천달러) | 총생산량<br>(톤) |
| 노르웨이  | 6,785     | 363,239    | 24,162      | 303,458         | 2,720,031   |
| 뉴질랜드  | 1,435     | 130,785    | 8,140       | 43,291          | 287,371     |
| 아이슬란드 | 1,166     | 146,614    | 7,200       | 46,432          | 1,457,060   |
| 일본    | 99,062    | 731,433    | 221,986     | 2,043,658       | 4,416,998   |
| 칠레    | 8,014     | 188,433    | 114,243     | 48,247          | 3,474,221   |
| 터키    | 17,816    | 185,760    | 72,967      | 274,886         | 443,070     |
| 한국    | 80,766    | 621,336    | 273,784     | 879,477         | 1,952,472   |
| 호주    | 332       | 48,828     | 9,222       | 66,959          | 172,449     |
| 그리스   | 17,368    | 88,897     | 39,357      | 75,086          | 87,431      |
| 덴마크   | 2,890     | 73,030     | 6,962       | 116,180         | 1,050,971   |
| 벨기에   | 100       | 19,007     | 2,235       | 4,988           | 20,054      |
| 스웨덴   | 1,509     | 43,246     | 4,113       | 96,805          | 227,207     |
| 스페인   | 11,394    | 458,180    | 38,334      | 245,745         | 892,523     |
| 에스토니아 | 965       | 17,418     | 5,974       | 99,846          | 99,599      |
| 영국    | 6,577     | 205,116    | 12,761      | 48,198          | 708,945     |
| 이탈리아  | 13,374    | 182,909    | 29,562      | 69,481          | 227,169     |
| 핀란드   | 3,242     | 16,166     | 2,727       | 464             | 111,163     |

(1) 투입변수 및 산출 변수에 대한 기초 통계량

PASW statistics 18.0 버전 프로그램(이하 PASW.18)을 이용하여 이에 대한 기술 통계량을 구한 뒤 〈표 IV-4〉에 제시하였다. 이는 편의를 위하여 과학적 표기법<sup>16)</sup>으로 표기된 것을 일반 숫자로 재표기한 것으로, 소수점 넷째자리에서 반올림하여 소수점 셋째자리까지 나타냈다.

투입변수 중 척수의 최대값은 일본의 99,062이며 최소값은 벨기에의 100, 평균은 16,046.765이며 표준편차는 28,576.456이다. 총톤수의 최대값은 일본의 731,433, 최소값은 핀란드의 16,166, 평균은 207,082.765이며 표준편차는 214,545이다. 고용인원의 최대값은 한국의 273,784, 최소값은 벨기에의 2,235, 평균은 51,390.529, 표준편차는 800,89.819이다. 정부재정이전의 최대값은 일본의 2,043,658, 최소값은 핀란드의 464이며 평균은 262541.235, 표준편차는 503,908이다. 산출변수인 총생산량의 최대값은 일본의 4,416,998, 최소값은 벨기에의 20,054, 평균은 1,079,300, 표준편차는 1,321,820이다.

〈표 IV-4〉 투입 변수 및 산출 변수에 대한 기술 통계량

| 구분   | 투입변수       |             |             |                 | 산출변수        |
|------|------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
|      | 척수<br>(척)  | 총톤수<br>(톤)  | 고용인원<br>(명) | 정부재정이전<br>(천달러) | 총생산량<br>(톤) |
| 최대값  | 99,062     | 731,433     | 273,784     | 2,043,658       | 4,416,998   |
| 최소값  | 100        | 16,166      | 2,235       | 464             | 20,054      |
| 평균   | 16,046.765 | 207,082.765 | 51,390.529  | 262541.235      | 1,079,300   |
| 표준편차 | 28,576.456 | 214,545     | 800,89.819  | 503,908         | 1,321,820   |

## (2)투입 변수 및 산출 변수의 상관관계수

상관계수  $r$ 은  $X$ 와  $Y$  두 변량 사이에 상관관계 정도를 나타내는 계수로, 항상  $-1 \leq r \leq 1$ 을 만족시키는데, 두 변량 사이에 상관관계가 없다면 0, 양의 상관관계가 있을 때는  $r > 0$ , 음의 상관관계가 있을 때는  $r < 0$  값을 가지게 된다.

각 변수 사이에 어느 정도의 상관관계를 가지는 알아보기 위해 PASW.18

16) 과학적 표기법(Scientific Notation)은 어떤 양에 대해 소수 부분과 10의 멍수로 나타내는 표기법이다.

을 이용하여 상관계수를 구한 뒤 <표 IV-5>에 제시하였다.

투입 변수인 척수, 총톤수, 고용인원, 정부재정이전과 산출 변수인 총생산량 사이의 유의확률을 살펴보더라도 각각 0.007, 0.001, 0.003, 0.001로 귀무가설  $H_0$ =두 변수의 상관계수는 0이다를 기각하여, 대립가설  $H_1$ =두 변수의 상관계수는 0이 아니다를 채택할 수 있으며, 각각 0.629, 0.732, 0.675, 0.710의 강한 양의 상관관계를 가졌음을 알 수 있다.

<표 IV-5> 투입 변수 및 산출 변수의 상관계수

| 구분                   | 척수<br>(유의확률)       | 총톤수<br>(유의확률)      | 고용인원<br>(유의확률)     | 정부재정이전<br>(유의확률)   | 총생산량<br>(유의확률)     |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 척수<br>(유의확률)         | 1<br>(0.000)       | 0.864**<br>(0.000) | 0.932**<br>(0.000) | 0.934**<br>(0.000) | 0.629**<br>(0.007) |
| 총톤수<br>(유의확률)        | 0.864**<br>(0.000) | 1<br>(0.000)       | 0.829**<br>(0.000) | 0.844**<br>(0.000) | 0.732**<br>(0.001) |
| 고용인원<br>(유의확률)       | 0.932**<br>(0.000) | 0.829**<br>(0.000) | 1<br>(0.000)       | 0.799**<br>(0.000) | 0.675**<br>(0.003) |
| 정부재정<br>이전<br>(유의확률) | 0.934**<br>(0.000) | 0.844**<br>(0.000) | 0.799**<br>(0.000) | 1<br>(0.000)       | 0.710**<br>(0.001) |
| 총생산량<br>(유의확률)       | 0.629**<br>(0.007) | 0.732**<br>(0.001) | 0.675**<br>(0.003) | 0.710**<br>(0.001) | 1<br>(0.000)       |

주) \*\*: 상관계수가 0.01 수준(양쪽)에서 유의

## 2절 DEA 분석 결과

### 1) 효율성 분석

본 연구에서는 2008년도 17개국의 OECD국가 수산업 효율성 분석을 위해 Enpas 1.0버전 프로그램을 사용하여, 투입 지향 모형과 산출 지향 모형 중에서 산출 수준은 유지하며, 투입 요소 사용량의 비례감소를 통해 기술적 효율성을 계산하는 투입 지향 모형을 선택하여 CCR 모형과 BCC모형에 대한 분석을 실시하였다.

이를 통해 DMU별 기술적 효율성, 순수 기술적 효율성, 규모 효율성과 규모수익 분석결과, 산출 변수에 대한 산출 부족분 및 투영점, 준거 집단과 같은 자료를 알 수 있는데, 먼저 효율성과 규모수익에 대해 나타낸 결과는 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> 2008년 17개국의 OECD 국가의 수산업 효율성 분석 결과

| 구분              | 효율성    |        |        |      |
|-----------------|--------|--------|--------|------|
|                 | CRS    | VRS    | SE     | 규모수익 |
| 노르웨이<br>(DMU1)  | 0.6534 | 1      | 0.6534 | DRS  |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 0.2157 | 0.388  | 0.5559 | IRS  |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | 1      | 1      | 1      | CRS  |
| 일본<br>(DMU4)    | 0.3765 | 1      | 0.3765 | DRS  |
| 칠레<br>(DMU5)    | 1      | 1      | 1      | CRS  |
| 터키<br>(DMU6)    | 0.1424 | 0.1822 | 0.7816 | IRS  |
| 한국              |        |        |        |      |

|         |         |         |         |     |
|---------|---------|---------|---------|-----|
| (DMU7)  | 0.1835  | 0.1847  | 0.9935  | IRS |
| 호주      |         |         |         |     |
| (DMU8)  | 0.4157  | 0.6627  | 0.6273  | IRS |
| 그리스     |         |         |         |     |
| (DMU9)  | 0.0574  | 0.1823  | 0.3149  | IRS |
| 덴마크     |         |         |         |     |
| (DMU10) | 1       | 1       | 1       | CRS |
| 벨기에     |         |         |         |     |
| (DMU11) | 0.1605  | 1       | 0.1605  | IRS |
| 스웨덴     |         |         |         |     |
| (DMU12) | 0.3813  | 0.7466  | 0.5107  | IRS |
| 스페인     |         |         |         |     |
| (DMU13) | 0.1752  | 0.1824  | 0.9605  | IRS |
| 에스토니아   |         |         |         |     |
| (DMU14) | 0.3497  | 1       | 0.3497  | IRS |
| 영국      |         |         |         |     |
| (DMU15) | 0.4199  | 0.4236  | 0.9913  | DRS |
| 이탈리아    |         |         |         |     |
| (DMU16) | 0.1046  | 0.1523  | 0.6868  | IRS |
| 핀란드     |         |         |         |     |
| (DMU17) | 1       | 1       | 1       | CRS |
| 최대값     | 1       | 1       | 1       |     |
| 최소값     | 0.0574  | 0.1523  | 0.1605  |     |
| 평균      | 0.4492  | 0.6532  | 0.7037  |     |
| 표준편차    | 0.34703 | 0.37330 | 0.28899 |     |

먼저, 각각의 효율성에 대해 평균을 내보면 기술적 효율성(CRS)의 평균은 0.4492, 순수 기술적 효율성(VRS)<sup>17)</sup>은 0.6532, 규모 효율성(SE)<sup>18)</sup>은 0.7037로 분석되는데, 이는 각각 55%, 35%, 30%의 비효율성이 존재한다는 것을 의미

17) VRS(Variable Returns to Scale)는 규모에 대한 수익 가변 하에서의 순수 기술적 효율성으로서, 그 값이 1에 가까울수록 효율성이 높음을 의미한다.

18) SE(Scale to Efficiency) 역시 CRS, VRS와 마찬가지로 그 값이 1에 가까울수록 효율성이 높음을 의미한다.

한다. 즉, 분석된 국가들이 투입 변수의 양을 55%, 35%, 30% 감소시켜도 현재 산출변수의 양 수준을 유지 할 수 있음을 의미한다. 표준 편차는 기술적 효율성하에서는 0.34703, 순수 기술적 효율성하에서는 0.37330, 규모 효율성하에서는 0.28899로 17개의 OECD 국가 간 수산업 효율성에 있어 상대적으로 규모 효율성의 차이의 폭이 가장 작게 나타났기에 순수 기술적 효율성의 차이의 폭이 가장 크다는 것을 알 수 있다. 순수 기술적 효율성(VRS)의 평균은 0.6532이고 규모의 효율성(SE)의 평균은 0.7037로 나타났는데 순수 기술적 효율성(VRS)의 평균에 비하여 규모의 효율성(SE)의 평균이 0.0505 높게 나타났다. 본 분석에 이용된 OECD 17개국의 수산업 비효율성 원인은 순수 기술적 효율성에 의한 것임을 의미하는데 이는 적절한 규모에서 운영하는 것의 문제보다는 투입 변수의 결합이 다소 잘못된 순수기술적 원인에 있는 것을 알 수 있다.

규모수익에 대한 분석에서는 규모에 대한 수익 불편(CRS)가 4개, 규모에 대한 수익체감(DRS)가 3개, 규모에 대한 수익체증(IRS)가 10개로 나타났다.

여기서 모든 생산요소가 동시에 증가될 때 산출량 역시 비례하여 동일하게 증가하는 것을 의미하는 규모에 대한 수익불변하의 투입지향 CCR 모형을 살펴보면, 4개의 국가 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)의 효율성이 1인 것으로 나타나 상대적으로 효율적인 국가들인데 반해, 노르웨이(DMU1), 뉴질랜드(DMU2), 일본(DMU4), 터키(DMU6), 한국(DMU7), 호주(DMU8), 그리스(DMU9), 벨기에(DMU11), 스웨덴(DMU12), 스페인(DMU13), 에스토니아(DMU14), 영국(DMU15), 이탈리아(DMU16)까지 13개의 국가는 효율성이 1미만의 값으로 나타나 상대적으로 비효율적인 것을 알 수 있다. 특히, 0.0574가 나온 그리스(DMU9), 0.1046이 나온 이탈리아(DMU16), 0.1424가 나온 터키(DMU6)는 상대적으로 비효율성이 가장 큰 국가인데, 이는 각각 94%, 90%, 86%을 개선해야 할 필요성이 있다는 것을 알 수 있다.

CCR 모형은 규모에 대한 수익 불변(CRS)을 가정하고 있지만, BCC 모형은 규모에 대한 수익 가변(VRS)을 가정하고 있기에 CCR 모형에서서는 구

분할 수 없는 순수 기술적 효율성과 규모의 효율성을 구분할 수 있게 된다. 투입지향 BCC 모형에서 먼저 순수 기술적 효율성 측면에서 보면 노르웨이(DMU1), 아이슬란드(DMU3), 일본(DMU4), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 벨기에(DMU11), 에스토니아(DMU14), 핀란드(DMU17)의 8개 국가가 효율성이 1인 것으로 나와 상대적으로 효율적인 국가임을 알 수 있으며, 여기에 앞서 기술적 효율성 하에서 나왔던 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)가 포함되어 있다는 사실을 알 수 있다. 기술적 효율성에서는 상대적으로 효율성이 낮았으나, 순수 기술적 효율성은 1이 나온 국가는 규모의 효율성으로 기술적 효율성이 1이 아님을 알 수 있다. 상대적으로 비효율적인 국가라 나온 9개의 국가 중에서 이탈리아(DMU16)가 0.1523, 터키(DMU6), 그리스(DMU9)가 각각 0.1523, 0.1822, 0.1823의 효율성으로 상대적으로 순수 기술적 효율성이 가장 낮은 국가라 할 수 있는데, 이는 각각 95%, 92%, 92%씩 순수 기술적 효율성에 대한 개선이 필요함을 의미한다.

투입 지향 BCC 모형에서 규모 효율성 측면으로 살펴보면, 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17) 4개의 국가가 효율성이 1이 나와 상대적으로 규모 효율성이 좋음을 알 수 있다. 이 국가들은 앞서 순수 기술적 효율성에서도 1이 나왔으며, 기술적 효율성에서도 1이 나왔기에 그 결과가 일치한다고 볼 수 있다. 상대적으로 비효율적으로 나온 13개의 국가 중에서 벨기에(DMU11)가 0.1605, 그리스(DMU9)가 0.3149, 에스토니아(DMU14)가 0.3497로 가장 비효율성이 높으며, 이는 규모 효율성에 각각 84%, 69%, 66%의 개선이 필요함을 의미한다.

17개의 국가 중 순수 기술적 효율성과 규모 효율성 모두 효율성 1이 나온 국가는 4곳으로 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드이다. 나머지 13곳의 국가는 효율성이 앞의 4국가에 비해 비효율적이라고 할 수 있는데, 이 중 노르웨이, 일본, 벨기에, 에스토니아는 순수 기술적 효율성이 1이 나왔기에 규모 효율성으로 인해 비효율을 겪고 있음을 알 수 있다. 즉 적절한 규모에서 수산업이 행해지지 않음을 의미한다. 나머지 9개의 국가 중에서 뉴질랜드

드, 터키, 한국, 그리스, 스페인, 영국, 이탈리아의 7개국은 규모 효율성에 비해 순수 기술적 효율성이 상대적으로 낮으며 호주와 스웨덴은 순수 기술적 효율성에 비해 규모 효율성이 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-6>을 바탕으로 각 국가의 효율성에 비효율성이 나타난 원인에 대해 정리한 것이 <표 IV-7>이다. 이는 기술적 효율성이 낮게 나타나는 원인을 순수 기술적 효율성과 규모 효율성의 비교를 통해 파악하는 것으로, 더 낮은 효율성에 대해 원인으로 파악한다. 기술 효율성이 1이 나온 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)의 4개국은 상대적으로 효율적인 것을 알 수 있다. 순수 기술적 요인으로 상대적으로 수산업이 비효율적이라 나온 국가는 뉴질랜드(DMU2), 터키(DMU6), 한국(DMU7), 그리스(DMU9), 스페인(DMU13), 영국(DMU15), 이탈리아(DMU16)의 7개국이고, 규모에 대한 요인으로 상대적으로 비효율적이라 나온 국가는 노르웨이(DMU1), 일본(DMU4), 호주(DMU8), 벨기에(DMU11), 스웨덴(DMU12), 에스토니아(DMU14)의 6개국이다.

<표 IV-7> 효율성이 비효율적으로 나타난 원인

| 구분              | 효율성    |       |        |            |
|-----------------|--------|-------|--------|------------|
|                 | CRS    | VRS   | SE     | 비효율성원인     |
| 노르웨이<br>(DMU1)  | 0.6534 | 1     | 0.6534 | SE         |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 0.2157 | 0.388 | 0.5559 | VRS        |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | 1      | 1     | 1      | Efficiency |
| 일본<br>(DMU4)    | 0.3765 | 1     | 0.3765 | SE         |
| 칠레<br>(DMU5)    | 1      | 1     | 1      | Efficiency |
| 터키              |        |       |        |            |

|                  |        |        |        |            |
|------------------|--------|--------|--------|------------|
| (DMU6)           | 0.1424 | 0.1822 | 0.7816 | VRS        |
| 한국<br>(DMU7)     | 0.1835 | 0.1847 | 0.9935 | VRS        |
| 호주<br>(DMU8)     | 0.4157 | 0.6627 | 0.6273 | SE         |
| 그리스<br>(DMU9)    | 0.0574 | 0.1823 | 0.3149 | VRS        |
| 덴마크<br>(DMU10)   | 1      | 1      | 1      | Efficiency |
| 벨기에<br>(DMU11)   | 0.1605 | 1      | 0.1605 | SE         |
| 스웨덴<br>(DMU12)   | 0.3813 | 0.7466 | 0.5107 | SE         |
| 스페인<br>(DMU13)   | 0.1752 | 0.1824 | 0.9605 | VRS        |
| 에스토니아<br>(DMU14) | 0.3497 | 1      | 0.3497 | SE         |
| 영국<br>(DMU15)    | 0.4199 | 0.4236 | 0.9913 | VRS        |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | 0.1046 | 0.1523 | 0.6868 | VRS        |
| 핀란드<br>(DMU17)   | 1      | 1      | 1      | Efficiency |

## 2) 효율성 순위

앞서 구한 효율성 분석을 통해 전체 기술 효율성의 값과 그 순위를 나타낸 것이 <표 IV-8>이다. 전체 기술 효율성이 1인 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드는 순위가 가장 높으며 벨기에, 터키, 이탈리아, 그리스는 효율성이 낮게 나왔기에 순위가 낮다.

〈표 IV-8〉 전체 기술 효율성의 값과 순위

| 순위 | 국가 (DMU)      | 전체 기술 효율성 값( $\theta_0$ ) |
|----|---------------|---------------------------|
| 1  | 아이슬란드 (DMU3)  | 1                         |
| 1  | 칠레 (DMU5)     | 1                         |
| 1  | 덴마크 (DMU10)   | 1                         |
| 1  | 핀란드 (DMU17)   | 1                         |
| 5  | 노르웨이 (DMU1)   | 0.6534                    |
| 6  | 영국 (DMU15)    | 0.4199                    |
| 7  | 호주 (DMU8)     | 0.4157                    |
| 8  | 스웨덴 (DMU12)   | 0.3813                    |
| 9  | 일본 (DMU4)     | 0.3765                    |
| 10 | 에스토니아 (DMU14) | 0.3497                    |
| 11 | 뉴질랜드 (DMU2)   | 0.2157                    |
| 12 | 한국 (DMU7)     | 0.1835                    |
| 13 | 스페인 (DMU13)   | 0.1752                    |
| 14 | 벨기에 (DMU11)   | 0.1605                    |
| 15 | 터키 (DMU6)     | 0.1424                    |
| 16 | 이탈리아 (DMU16)  | 0.1046                    |
| 17 | 그리스 (DMU9)    | 0.0574                    |

### 3) 규모 효율성에 대한 특성

#### (1)VRS 가정 하의 규모 효율성에 대한 특성

규모 효율성을 계산하기 위해서는 DEA 모형에 기술이 규모 수익 불변(CRS)가 아닌 규모 수익 가변(VRS)을 추가할 때 측정할 수 있기에 본 분석에서도 이를 가정하여 특성을 식별하였다.

앞서 구한 효율성 분석을 통해 규모 수익에 대한 특성을 정리하여 나타낸 것이 〈표 IV-9〉이다. 규모에 대한 수익 불변(CRS)의 특성을 가진 국가는

아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드로 4개의 국가 나왔는데 이는 규모의 효율성이 1이 나온 곳으로 최적의 상태에서 수산업이 이루어지는 것을 의미한다. 노르웨이, 일본, 영국의 3개 국가 규모에 대한 수익 체감(DRS)의 특성을 가지고 있으므로 비효율적인 투입 요소를 줄여야 하고, 규모에 대한 수익 체증(IRS)의 특성을 가진 뉴질랜드, 터키, 한국, 호주, 그리스, 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 스페인, 에스토니아, 이탈리아의 10개 국가는 투입 변수를 증가시켜야 함을 알 수 있다.

〈표 IV-9〉 VRS 가정 하의 규모 효율성에 대한 특성

| 규모수익        | CRS                                                 | DRS                                 | IRS                                                                                                                                                |
|-------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국가<br>(DMU) | 아이슬란드(DMU3)<br>칠레(DMU5)<br>덴마크(DMU10)<br>핀란드(DMU17) | 노르웨이(DMU1)<br>일본(DMU4)<br>영국(DMU15) | 뉴질랜드(DMU2)<br>터키(DMU6)<br>한국(DMU7)<br>호주(DMU8)<br>그리스(DMU9)<br>덴마크(DMU10)<br>벨기에(DMU11)<br>스웨덴(DMU12)<br>스페인(DMU13)<br>에스토니아(DMU14)<br>이탈리아(DMU16) |
| 개수          | 4                                                   | 3                                   | 10                                                                                                                                                 |

## (2)준거 집단 및 참조 횟수 (투입지향 CCR모형)

상대적으로 비효율적인 국가의 수산업은 상대적으로 효율적인 국가의 수산업을 참고, 벤치마킹하기에 준거 집단 및 참조 횟수를 살펴보는 것이 좋다. 비효율성을 가진 국가의 수산업이 효율성 1을 달성하기 위한 목표지점을 준거집단이라고 하는데, 투입 지향 CCR 모형에서 이를 정리한 것이 <표 IV-10>이다.

참조 횟수를 살펴보면 아이슬란드(DMU3)가 8회, 칠레(DMU5)가 11회, 덴

마크(DMU10)가 10회, 핀란드(DMU17)가 1회로 칠레가 참조 횟수가 가장 많으며, 이들 4개 국가는 효율성에서 기술적 효율성이 1이 나왔던 국가이며 자기 자신이 자신의 참조 집합이 됨과 동시에 다른 국가의 수산업 효율성을 위한 참조 집합이 된다. 여기서 참조 횟수가 많다고 하여 그 국가의 수산업 효율성이 가장 높다고 볼 수는 없지만, 비효율성을 지닌 국가의 수산업이 가장 벤치마킹의 대상으로 삼기에 좋은 국가임을 의미한다고 볼 수 있다.

〈표 IV-10〉 준거 집단 및 참조 횟수 (투입지향 CCR모형)

| 국가 (DMU)      | 준거 집단    | 참조 횟수 |
|---------------|----------|-------|
| 노르웨이 (DMU1)   | 3, 5, 10 | 0     |
| 뉴질랜드 (DMU2)   | 3, 5, 10 | 0     |
| 아이슬란드 (DMU3)  | 3        | 8     |
| 일본 (DMU4)     | 5, 10    | 0     |
| 칠레 (DMU5)     | 5        | 11    |
| 터키 (DMU6)     | 5, 10    | 0     |
| 한국 (DMU7)     | 5, 10    | 0     |
| 호주 (DMU8)     | 3        | 0     |
| 그리스 (DMU9)    | 5, 10    | 0     |
| 덴마크 (DMU10)   | 10       | 10    |
| 벨기에 (DMU11)   | 3        | 0     |
| 스웨덴 (DMU12)   | 3, 5, 10 | 0     |
| 스페인 (DMU13)   | 3, 5, 10 | 0     |
| 에스토니아 (DMU14) | 5, 10    | 0     |
| 영국 (DMU15)    | 3, 5, 17 | 0     |
| 이탈리아 (DMU16)  | 3, 5, 10 | 0     |
| 핀란드 (DMU17)   | 17       | 1     |

### (3)준거 집단 및 참조 횟수 (투입지향 BCC모형)

투입 지향 BCC 모형하에서의 준거 집단 및 참조 횟수를 정리한 것이 <표 IV-11>이다. 참조 횟수를 살펴보면 아이슬란드(DMU3)가 6회, 칠레(DMU5)가 6회, 덴마크(DMU10)가 5회, 벨기에(DMU11) 5회, 에스토니아(DMU14) 2회, 핀란드(DMU17)가 7회로 핀란드가 참조 횟수가 가장 많다. 이들 6개 국가는 효율성에서 앞서 살펴 본 투입지향 CCR모형의 준거 집단 및 참조 횟수와 마찬가지로 자기 자신이 자신의 참조 집합이 됨과 동시에 다른 국가의 수산업 효율성을 위한 참조 집합이 된다. 참조 횟수가 가장 많은 핀란드의 수산업 역시 가장 효율적인 의미를 가졌다는 것을 의미하는 것이 아닌 비효율적인 다른 국가들이 벤치마킹을 하기 좋은 곳을 의미한다.

<표 IV-11> 준거 집단 및 참조 횟수 (투입지향 BCC모형)

| 국가 (DMU)      | 준거 집단            | 참조 횟수 |
|---------------|------------------|-------|
| 노르웨이 (DMU1)   | 1                | 0     |
| 뉴질랜드 (DMU2)   | 3, 11            | 0     |
| 아이슬란드 (DMU3)  | 3                | 6     |
| 일본 (DMU4)     | 4                | 0     |
| 칠레 (DMU5)     | 5                | 6     |
| 터키 (DMU6)     | 5, 10, 14, 17    | 0     |
| 한국 (DMU7)     | 5, 10, 17        | 0     |
| 호주 (DMU8)     | 3, 5, 11         | 0     |
| 그리스 (DMU9)    | 14, 17           | 0     |
| 덴마크 (DMU10)   | 10               | 5     |
| 벨기에 (DMU11)   | 11               | 5     |
| 스웨덴 (DMU12)   | 3, 10, 11, 17    | 0     |
| 스페인 (DMU13)   | 3, 5, 10, 11, 17 | 0     |
| 에스토니아 (DMU14) | 14               | 2     |

|              |                  |   |
|--------------|------------------|---|
| 영국 (DMU15)   | 3, 5, 17         | 0 |
| 이탈리아 (DMU16) | 3, 5, 10, 11, 17 | 0 |
| 핀란드 (DMU17)  | 17               | 7 |

#### 4) 준거집단 및 람다( $\lambda$ )값

##### (1) 투입지향 CCR모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값

앞서 살펴본 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값을 정리한 것이 <표 IV-12>이다. 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)의 4개 국가의 수산업은 람다값이 1로서 상대적으로 효율적이기에 자기 자신을 준거 집단으로 한다. 이 외의 13개 국가의 수산업은 각각의 준거 집단에 의해 부여된 가중치 람다( $\lambda$ )값을 이용하여 최적의 효율 변경 점으로 향할 수 있게 된다. 노르웨이(DMU1)의 경우 3개의 준거 집단을 가지는데 각각 아이슬란드(DMU3)의 1.071, 칠레(DMU5)의 0.0043, 덴마크(DMU10)의 1.0903 만큼 가중치가 주어져야 하는 것을 볼 수 있는데, 이 가중치들의 합은 2.1656으로 람다값의 합이 1이 넘는다. 노르웨이(DMU1)뿐만 아니라 일본(DMU4)의 가중치들의 합은 2.8306, 영국(DMU15)의 가중치들의 합은 1.1188로 1이 넘는 것을 확인 할 수 있는데 이것은 CCR 모형의 경우에는 규모에 대한 가변성을 허용하지 않았기에 람다값의 합이 1을 초과하여 나올 수도 있기 때문이다. 반면, BCC 모형에서는 규모에 대한 가변성을 허용하기에 람다값의 합은 1이 된다. 핀란드(DMU17)의 경우 CCR 모형에서 1번 참조 집단이 되었는데, 이는 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5)와 더불어 영국(DMU15)의 참조 집단이 된 것임을 확인 할 수 있다. 노르웨이(DMU1), 뉴질랜드(DMU2), 스웨덴(DMU12), 스페인(DMU13), 영국(DMU15), 이탈리아(DMU16)는 각각 3개의 준거 집단을 가졌으며, 가까운 효율 변경 지점으로 도달하기 위해서는 3개의 준거 집단에 각각의 가중치를 부여해야 함을 의미한다.

〈표 IV-12〉 투입지향 CCR모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값

| 국가<br>(DMU)     | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 노르웨이<br>(DMU1)  | DMU3<br>(1.071)            | DMU5<br>(0.0043)           | DMU10<br>(1.0903)          |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | DMU3<br>(0.1857)           | DMU5<br>(0.0034)           | DMU10<br>(0.0048)          |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | DMU3<br>(1)                |                            |                            |
| 일본<br>(DMU4)    | DMU5<br>(0.5951)           | DMU10<br>(2.2355)          |                            |
| 칠레<br>(DMU5)    | DMU5<br>(1)                |                            |                            |
| 터키<br>(DMU6)    | DMU5<br>(0.0817)           | DMU10<br>(0.1514)          |                            |
| 한국<br>(DMU7)    | DMU5<br>(0.4089)           | DMU10<br>(0.506)           |                            |
| 호주<br>(DMU8)    | DMU3<br>(0.1184)           |                            |                            |
| 그리스<br>(DMU9)   | DMU5<br>(0.1184)           | DMU10<br>(0.0224)          |                            |
| 덴마크<br>(DMU10)  | DMU10<br>(1)               |                            |                            |
| 벨기에<br>(DMU11)  | DMU3<br>(0.0138)           |                            |                            |
| 스웨덴<br>(DMU12)  | DMU3<br>(0.0168)           | DMU5<br>(0.0011)           | DMU10<br>(0.1891)          |
| 스페인             | DMU3                       | DMU5                       | DMU10                      |

|                  |                  |                  |                   |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| (DMU13)          | (0.4358)         | (0.0202)         | (0.192)           |
| 에스토니아<br>(DMU14) | DMU5<br>(0.0157) | DMU10<br>(0.043) |                   |
| 영국<br>(DMU15)    | DMU3<br>(0.4252) | DMU5<br>(0.0036) | DMU17<br>(0.69)   |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | DMU3<br>(0.0971) | DMU5<br>(0.02)   | DMU10<br>(0.0154) |
| 핀란드<br>(DMU17)   | DMU17<br>(1)     |                  |                   |

## (2) 투입지향 BCC모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값

투입지향 BCC모형에서의 준거 집단 람다( $\lambda$ )값을 정리한 것이 <표 IV-13>이다. 노르웨이(DMU1), 아이슬란드(DMU3), 일본(DMU4), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 벨기에(DMU11), 에스토니아(DMU14), 핀란드(DMU17)의 8개 국가의 수산업은 람다값이 1로서 상대적으로 효율적이기에 자기 자신을 준거 집단으로 한다. 이 외의 9개 국가의 수산업은 각각의 준거 집단에 의해 부여된 가중치 람다( $\lambda$ )값을 이용하여 최적의 효율 변경 점으로 향할 수 있게 된다. 이 중, 노르웨이(DMU1)와 일본(DMU4)는 람다값이 1이 나와 상대적으로 수산업이 효율적으로 운영되는 국가라 나왔으나 다른 국가가 이를 준거 집단으로 삼은 횟수는 0이 나왔다. 이는 상대적으로 효율성이 높게 나온다고 해서 반드시 다른 DMU의 참조 집단이 되는 것이 아니기 때문이다. 스페인(DMU13)과 이탈리아(DMU16)의 경우 각각 5개의 준거 집단을 가졌으며, 가까운 효율 변경 지점으로 도달하기 위해서는 5개의 준거 집단에 각각의 가중치를 부여해야 함을 의미한다.

앞서 설명했듯이, BCC 모형의 경우에는 규모에 대한 수익 가변을 허용한다는 제약 조건이 추가되었기에 각 가중치의 합은 모두 1이 된다.

## <표 IV-13> 투입지향 BCC모형에서의 준거 집단과 람다( $\lambda$ )값

| 국가<br>(DMU)     | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 | 준거 집단<br>람다( $\lambda$ ) 값 |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 노르웨이<br>(DMU1)  | DMU1<br>(1)                |                            |                            |                            |                            |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | DMU3<br>(0.186)            | DMU11<br>(0.814)           |                            |                            |                            |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | DMU3<br>(1)                |                            |                            |                            |                            |
| 일본<br>(DMU4)    | DMU4<br>(1)                |                            |                            |                            |                            |
| 칠레<br>(DMU5)    | DMU5<br>(1)                |                            |                            |                            |                            |
| 터키<br>(DMU6)    | DMU5<br>(0.0881)           | DMU10<br>(0.04010)         | DMU14<br>(0.1767)          | DMU17<br>(0.6951)          |                            |
| 한국<br>(DMU7)    | DMU5<br>(0.4104)           | DMU10<br>(0.4906)          | DMU17<br>(0.099)           |                            |                            |
| 호주<br>(DMU8)    | DMU3<br>(0.1029)           | DMU5<br>(0.0013)           | DMU11<br>(0.8958)          |                            |                            |
| 그리스<br>(DMU9)   | DMU14<br>(0.0332)          | DMU17<br>(0.9668)          |                            |                            |                            |
| 덴마크<br>(DMU10)  | DMU10<br>(1)               |                            |                            |                            |                            |
| 벨기에<br>(DMU11)  | DMU11<br>(1)               |                            |                            |                            |                            |
| 스웨덴<br>(DMU12)  | DMU3<br>(0.0813)           | DMU10<br>(0.0664)          | DMU11<br>(0.6121)          | DMU17<br>(0.2402)          |                            |
| 스페인             | DMU3<br>(0.4023)           | DMU5<br>(0.0145)           | DMU10<br>(0.2135)          | DMU11<br>(0.1026)          | DMU17<br>(0.2671)          |

|                  |                  |                  |                   |                  |                   |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| (DMU13)          |                  |                  |                   |                  |                   |
| 에스토니아<br>(DMU14) | DMU14<br>(1)     |                  |                   |                  |                   |
| 영국<br>(DMU15)    | DMU3<br>(0.4269) | DMU5<br>(0.0069) | DMU17<br>(0.5662) |                  |                   |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | DMU3<br>(0.0409) | DMU5<br>(0.014)  | DMU10<br>(0.0509) | DMU11<br>(0.372) | DMU17<br>(0.5222) |
| 핀란드<br>(DMU17)   | DMU17<br>(1)     |                  |                   |                  |                   |

## 5) 투영점과 투입물 초과분

### (1) CCR모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분

17개의 DMU의 투입지향 CCR모형에서 투영점과 투입물 초과분에 대해 <표 IV-14>와 같이 나타낼 수 있다. 투영점과 투입물 초과분을 통해서 효율적인 상태가 되기 위해서는 얼마만큼의 투입물이 투입되었어야 했는지와 얼마만큼의 투입물이 초과되었는지를 알 수 있다. 여기서  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ 는 각각 척수, 총톤수, 고용인원, 정부재정이전을 나타낸다.

앞서 효율성 분석에서 효율성이 1이 나와 상대적으로 효율성이 높다고 나온 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)의 경우 투입물 초과분이 0인 것을 확인 할 수 있는데 이는 최적 규모에서 투입물 수준이 유지되고 있음을 알 수 있다. 상대적으로 효율성이 낮다고 나왔던 다른 국가를 살펴보면, 노르웨이(DMU1)의 경우 투입물  $X_1$ (척수)의 초과분은 2351.836 투입물  $X_1$ (척수)의 투영점  $\hat{x}_1$ 은 4433.164으로 나타났다. 노르웨이(DMU1)는 <표 IV-3> 국가별 투입 변수 및 산출 변수에서 6,765척의 배를 투입 변수로 쓴 것을 확인 할 수 있는데, 여기에서 투입물 초과분인 2351.836을 차감하면 투영점인 4433.164가 나옴을 알 수 있다. 투입물  $X_2$ (총

톤수),  $X_3$ (고용인원),  $X_4$ (정부재정이전)은 각각 125912.445, 8375.366, 126892.601만큼 과다 투입되었기에, 이것을 줄여야만 효율적인 상태가 될 수 있음을 알 수 있다.

〈표 IV-14〉 CCR모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분

| 국가<br>(DMU)     | 투영점           |                |               |                | 투입물 초과분       |                |                |                |
|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|                 | $\hat{x}_1$   | $\hat{x}_2$    | $\hat{x}_3$   | $\hat{x}_4$    | $X_1$         | $X_2$          | $X_3$          | $X_4$          |
| 노르웨이<br>(DMU1)  | 4433.1<br>64  | 23732<br>6.555 | 15786.<br>634 | 17656<br>5.399 | 2351.8<br>36  | 12591<br>2.445 | 8375.3<br>66   | 12689<br>2.601 |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 257.64<br>6   | 28217.<br>47   | 1758.8<br>84  | 9344.1<br>26   | 1177.3<br>54  | 10256<br>7.53  | 6381.1<br>16   | 33946.<br>874  |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | 1166<br>4     | 14661<br>4     | 7200          | 46432          | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 일본<br>(DMU4)    | 11229.<br>726 | 27540<br>0.994 | 83549.<br>56  | 28843<br>2.18  | 87832.<br>274 | 45603<br>2.006 | 13834<br>6.44  | 17552<br>25.82 |
| 칠레<br>(DMU5)    | 8014          | 18844<br>3     | 11424<br>3    | 48247          | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 터키<br>(DMU6)    | 1092.2<br>9   | 26452.<br>535  | 10387.<br>7   | 21531.<br>432  | 16723.<br>71  | 15930<br>7.465 | 62579.<br>3    | 25335<br>4.568 |
| 한국<br>(DMU7)    | 4739.2<br>65  | 11400<br>7.523 | 50236.<br>735 | 78515.<br>278  | 76026.<br>735 | 50732<br>8.477 | 22354<br>7.265 | 80096<br>1.722 |
| 호주<br>(DMU8)    | 138.05<br>4   | 17359.<br>098  | 852.48        | 5497.5<br>49   | 193.94<br>6   | 31468.<br>902  | 8369.5<br>2    | 61461.<br>451  |
| 그리스<br>(DMU9)   | 212.19<br>4   | 5103.2<br>23   | 2258.0<br>2   | 3490.1<br>77   | 17155.<br>806 | 83793.<br>777  | 37098.<br>98   | 71595.<br>823  |
| 덴마크<br>(DMU10)  | 2890          | 73030          | 6962          | 11618<br>0     | 0             | 0              | 0              | 0              |

|                  |              |               |              |               |               |                |               |                |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 벨기에<br>(DMU11)   | 16.091       | 2023.2<br>73  | 99.36        | 640.76<br>2   | 83.909        | 16983.<br>727  | 2135.6<br>4   | 4347.2<br>38   |
| 스웨덴<br>(DMU12)   | 574.90<br>3  | 16480.<br>376 | 1563.1<br>41 | 22802.<br>767 | 934.09<br>7   | 26765.<br>624  | 2549.8<br>59  | 74002.<br>233  |
| 스페인<br>(DMU13)   | 1213.2<br>46 | 80256.<br>55  | 6710.1<br>73 | 43051.<br>895 | 10180.<br>754 | 37792<br>3.45  | 31623.<br>827 | 20269<br>3.105 |
| 에스토니아<br>(DMU14) | 250.09       | 6098.8<br>45  | 2092.9<br>81 | 5753.2<br>18  | 714.91        | 11319.<br>155  | 3881.0<br>19  | 94092.<br>782  |
| 영국<br>(DMU15)    | 2761.6<br>14 | 74173.<br>208 | 5354.3<br>45 | 20236.<br>736 | 3815.3<br>86  | 13094<br>2.792 | 7406.6<br>55  | 27961.<br>264  |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | 318.00<br>5  | 19129.<br>741 | 3091.1<br>95 | 7262.6<br>59  | 13055.<br>995 | 16377<br>9.259 | 26470.<br>805 | 62218.<br>341  |
| 핀란드<br>(DMU17)   | 3242         | 16166         | 2727         | 464           | 0             | 0              | 0             | 0              |

## (2) BCC모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분

투입지향 CCR모형에서 투영점과 투입물 초과분에 대해 <표 IV-15>와 같이 나타낼 수 있다.

앞서 효율성 분석에서 효율성이 1이 나와 상대적으로 효율성이 높다고 나온 노르웨이(DMU1), 아이슬란드(DMU3), 일본(DMU4), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 벨기에(DMU11), 에스토니아(DMU14), 핀란드(DMU17)의 8개의 국가의 경우 투입물 초과분이 0인 것을 확인 할 수 있는데 이는 최적 규모에서 투입물 수준이 유지되고 있음을 알 수 있다. 상대적으로 효율성이 낮다고 나왔던 다른 국가 중에서 전체 기술 효율성이 가장 낮게 나왔던 그리스(DMU9)의 경우를 보면 투입물  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  각각에 대한 투입물 초과분은 14201.596, 72689.434, 36522.2, 71322.518로 투영점으로 가기 위해서는 이만큼의 초과분을 줄여야 할 필요가 있음을 알 수 있다.

〈표 IV-15〉 BCC모형에서의 최적 투입 변수와 투입물 초과분

| 국가<br>(DMU)     | 투영점          |                |               |               | 투입물 초과분       |                |                |                |
|-----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|                 | $\hat{x}_1$  | $\hat{x}_2$    | $\hat{x}_3$   | $\hat{x}_4$   | $X_1$         | $X_2$          | $X_3$          | $X_4$          |
| 노르웨이<br>(DMU1)  | 6785         | 36323<br>9     | 24162         | 30345<br>8    | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 298.27<br>6  | 42741.<br>902  | 3158.4<br>9   | 12696.<br>584 | 1136.7<br>24  | 88043.<br>098  | 4981.5<br>1    | 30594.<br>416  |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | 1166         | 14661<br>4     | 7200          | 46432         | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 일본<br>(DMU4)    | 99062        | 73143<br>3     | 22189<br>6    | 20436<br>58   | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 칠레<br>(DMU5)    | 8014         | 18844<br>3     | 11424<br>3    | 48247         | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 터키<br>(DMU6)    | 3245.9<br>52 | 33845.<br>078  | 13295.<br>128 | 26874.<br>693 | 14570.<br>048 | 15191<br>4.922 | 59671.<br>872  | 24801<br>1.307 |
| 한국<br>(DMU7)    | 5027.7<br>38 | 11476<br>5.959 | 50570.<br>857 | 76844.<br>413 | 75738.<br>262 | 50657<br>0.041 | 22321<br>3.143 | 80263<br>2.587 |
| 호주<br>(DMU8)    | 219.98       | 32358.<br>027  | 2891.5<br>09  | 9308.8<br>24  | 112.02        | 16469.<br>973  | 6330.4<br>91   | 57650.<br>176  |
| 그리스<br>(DMU9)   | 3166.4<br>04 | 16207.<br>566  | 2834.8        | 3763.4<br>82  | 14201.<br>596 | 72689.<br>434  | 36522.<br>2    | 71322.<br>518  |
| 덴마크<br>(DMU10)  | 2890         | 73030          | 6962          | 11618<br>0    | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 벨기에<br>(DMU11)  | 100          | 19007          | 2235          | 4988          | 0             | 0              | 0              | 0              |
| 스웨덴<br>(DMU12)  | 1126.6<br>3  | 32286.<br>168  | 3070.7<br>06  | 14653.<br>881 | 382.37        | 10959.<br>832  | 1042.2<br>94   | 82151.<br>119  |

|                  |              |               |              |               |               |                |               |                |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 스페인<br>(DMU13)   | 2078.4<br>98 | 83575.<br>198 | 6997.1<br>63 | 44819.<br>308 | 9315.5<br>02  | 37460<br>4.802 | 31336.<br>837 | 20092<br>5.692 |
| 에스토니아<br>(DMU14) | 965          | 17418         | 5974         | 99846         | 0             | 0              | 0             | 0              |
| 영국<br>(DMU15)    | 2388.6<br>82 | 73042.<br>962 | 5405.9<br>84 | 20417.<br>442 | 4188.3<br>18  | 13207<br>3.038 | 7355.0<br>16  | 27780.<br>558  |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | 2037.1<br>59 | 27864.<br>431 | 4503.7<br>07 | 10585.<br>926 | 11336.<br>841 | 15504<br>4.569 | 25058.<br>293 | 58895.<br>074  |
| 핀란드<br>(DMU17)   | 3242         | 16166         | 2727         | 464           | 0             | 0              | 0             | 0              |

## 6) 효율성 개선

17개 DMU 중 몇 개의 DMU에 관한 CCR 모형(기술 효율성)과 BCC 모형(순수 기술 효율성)에서의 효율성 측정 결과와 효율성 개선을 위한 목표값과 실제값을 정리한 것이 <표 IV-16>이다.

네덜란드(DMU1)의 실제 효율성이 CCR 모형에서는 0.6534가 나왔으며 효율적이 되기 위해서는 척수를 2,352척(35%), 총톤수를 125,912톤(35%), 고용인원 8,375(35%), 정부재전이전을 126,893,000달러(42%) 감소시켜야 한다고 분석되었다. 아이슬란드(DMU3), 칠레(DMU5), 덴마크(DMU10), 핀란드(DMU17)의 4개 국가의 실제 효율성은 CCR 모형과 BCC 모형에서 모두 1이 나왔으므로 효율적으로 운영되고 있기에 따로 개선할 필요가 없음을 알 수 있다. CCR 모형에서 효율성의 순위가 가장 낮은 그리스(DMU9)의 경우에는 척수를 17,156척(99%), 총톤수를 83,794톤(94%), 고용인원을 37,099명(94%), 정부재정이전을 71,596,000달러(95%) 감소시켜야 하고, BCC 모형에서 효율성의 순위가 가장 낮은 이탈리아(DMU16)의 경우에는 척수를 13,056척(98%), 총톤수를 163,779톤(90%), 고용인원을 26,471명(90%), 정부재정이전을

62,218,000달러(90%)를 감소시켜야 효율적으로 운영할 수 있음을 알 수 있다. 한국(DMU7)의 경우 척수를 76,027척(94%), 총톤수를 507,328톤(82%), 고용인원을 223,547명(82%), 정부재정이전을 800,962,000달러(91%) 감소시켜야 효율적으로 운영할 수 있음을 알 수 있다.

〈표 IV-16〉 효율성 개선을 위한 목표값과 실제값

| DMU         | CCR 모형 (CRS) |           |          |                   | BCC 모형 (VRS) |           |         |            |
|-------------|--------------|-----------|----------|-------------------|--------------|-----------|---------|------------|
| 구분          | 목표값          | 실제값       | 차이       | 차이/<br>실제값<br>(%) | 목표값          | 실제값       | 차이      | 실제값<br>/차이 |
| DMU1<br>효율성 |              | 0.6534    |          |                   |              | 1         |         |            |
| 척수(척)       | 4,433        | 6,785     | -2,352   | -35%              | 6,785        | 6,785     | 0       | 0          |
| 총톤수(톤)      | 237,327      | 363,239   | -125,912 | -35%              | 363,239      | 363,239   | 0       | 0          |
| 고용인원(명)     | 15,787       | 24,162    | -8,375   | -35%              | 24,162       | 24,162    | 0       | 0          |
| 정부재정이전(천달러) | 176,565      | 303,458   | -126,893 | -42%              | 303,458      | 303,458   | 0       | 0          |
| 총생산량(톤)     | 2,720,031    | 2,720,031 | 0        | 0%                | 2,720,031    | 2,720,031 | 0       | 0%         |
| DMU2<br>효율성 |              | 0.2157    |          |                   |              | 0.388     |         |            |
| 척수(척)       | 258          | 1,435     | -1,177   | -82%              | 298          | 1,435     | -1,137  | -79%       |
| 총톤수(톤)      | 28,217       | 130,785   | -102,568 | -78%              | 42,742       | 130,785   | -88,043 | -67%       |
| 고용인원(명)     | 1,759        | 8,140     | -6,381   | -78%              | 3,158        | 8,140     | -4,982  | -61%       |
| 정부재정이전      | 9,344        | 43,291    | -33,947  | -78%              | 12,697       | 43,291    | -30,594 | -71%       |

|                         |               |               |                |      |               |               |   |    |
|-------------------------|---------------|---------------|----------------|------|---------------|---------------|---|----|
| (천달<br>러)               |               |               |                |      |               |               |   |    |
| 총생산<br>량(톤)             | 287,37<br>1   | 287,37<br>1   | 0              | 0%   | 287,37<br>1   | 287,37<br>1   | 0 | 0% |
| DMU3<br>효율성             |               | 1             |                |      |               | 1             |   |    |
| 척수(<br>척)               | 1,166         | 1,166         | 0              | 0    | 1,166         | 1,166         | 0 | 0  |
| 총톤수<br>(톤)              | 146,61<br>4   | 146,61<br>4   | 0              | 0    | 146,61<br>4   | 146,61<br>4   | 0 | 0  |
| 고용인<br>원(명)             | 7,200         | 7,200         | 0              | 0    | 7,200         | 7,200         | 0 | 0  |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 46,432        | 46,432        | 0              | 0    | 46,432        | 46,432        | 0 | 0  |
| 총생산<br>량(톤)             | 1,457,0<br>60 | 1,457,0<br>60 | 0              | 0%   | 1,457,0<br>60 | 1,457,0<br>60 | 0 | 0% |
| DMU4<br>효율성             |               | 0.3765        |                |      |               | 1             |   |    |
| 척수(<br>척)               | 11,230        | 99,062        | -87,83<br>2    | -89% | 99,062        | 99,062        | 0 | 0  |
| 총톤수<br>(톤)              | 275,40<br>1   | 731,43<br>3   | -456,0<br>32   | -62% | 731,43<br>3   | 731,43<br>3   | 0 | 0  |
| 고용인<br>원(명)             | 83,550        | 221,89<br>6   | -138,3<br>46   | -62% | 221,89<br>6   | 221,89<br>6   | 0 | 0  |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 288,43<br>2   | 2,043,6<br>58 | -1,755,<br>226 | -86% | 2,043,6<br>58 | 2,043,6<br>58 | 0 | 0  |
| 총생산<br>량(톤)             | 4,416,9<br>98 | 4,416,9<br>98 | 0              | 0%   | 4,416,9<br>98 | 4,416,9<br>98 | 0 | 0% |
| DMU5<br>효율성             |               | 1             |                |      |               | 1             |   |    |
| 척수(<br>척)               | 8,014         | 8,014         | 0              | 0    | 8,014         | 8,014         | 0 | 0  |
| 총톤수                     | 188,44        | 188,44        | 0              | 0    | 188,44        | 188,44        | 0 | 0  |

|                         |               |               |              |      |               |               |              |      |
|-------------------------|---------------|---------------|--------------|------|---------------|---------------|--------------|------|
| (톤)                     | 3             | 3             |              |      | 3             | 3             |              |      |
| 고용인<br>원(명)             | 114,24<br>3   | 114,24<br>3   | 0            | 0    | 114,24<br>3   | 114,24<br>3   | 0            | 0    |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 48,247        | 48,247        | 0            | 0    | 48,247        | 48,247        | 0            | 0    |
| 총생산<br>량(톤)             | 3,474,2<br>21 | 3,474,2<br>21 | 0            | 0%   | 3,474,2<br>21 | 3,474,2<br>21 | 0            | 0%   |
| DMU6<br>효율성             |               | 0.1424        |              |      |               | 0.1822        |              |      |
| 척수(<br>척)               | 1,092         | 17,816        | -16,72<br>4  | -94% | 3,246         | 17,816        | -14,570      | -82% |
| 총톤수<br>(톤)              | 26,453        | 185,76<br>0   | -159,3<br>07 | -86% | 33,845        | 185,76<br>0   | -151,91<br>5 | -82% |
| 고용인<br>원(명)             | 10,388        | 72,967        | -62,57<br>9  | -86% | 13,295        | 72,967        | -59,672      | -82% |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 21,531        | 274,88<br>6   | -253,3<br>55 | -92% | 26,875        | 274,88<br>6   | -248,01<br>1 | -90% |
| 총생산<br>량(톤)             | 443,07<br>0   | 443,07<br>0   | 0            | 0%   | 443,07<br>0   | 443,07<br>0   | 0            | 0%   |
| DMU7<br>효율성             |               | 0.1835        |              |      |               | 0.1847        |              |      |
| 척수(<br>척)               | 4,739         | 80,766        | -76,02<br>7  | -94% | 5,028         | 80,766        | -75,738      | -94% |
| 총톤수<br>(톤)              | 114,00<br>8   | 621,33<br>6   | -507,3<br>28 | -82% | 114,76<br>6   | 621,33<br>6   | -506,57<br>0 | -82% |
| 고용인<br>원(명)             | 50,237        | 273,78<br>4   | -223,5<br>47 | -82% | 50,571        | 273,78<br>4   | -223,21<br>3 | -82% |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 78,515        | 879,47<br>7   | -800,9<br>62 | -91% | 76,844        | 879,47<br>7   | -802,63<br>3 | -91% |
| 총생산<br>량(톤)             | 1,952,4<br>72 | 1,952,4<br>72 | 0            | 0%   | 1,952,4<br>72 | 1,952,4<br>72 | 0            | 0%   |

|              |         |         |         |      |         |         |         |      |
|--------------|---------|---------|---------|------|---------|---------|---------|------|
| DMU8<br>효율성  |         | 0.4157  |         |      |         | 0.6627  |         |      |
| 척수(척)        | 138     | 332     | - 194   | -58% | 220     | 332     | -112    | -34% |
| 총톤수(톤)       | 17,359  | 48,828  | -31,469 | -64% | 32,358  | 48,828  | -16,470 | -34% |
| 고용인원(명)      | 852     | 9,222   | -8,370  | -91% | 2,892   | 9,222   | -6,330  | -69% |
| 정부재정이전(천달러)  | 5,498   | 66,959  | -61,461 | -92% | 9,309   | 66,959  | -57,650 | -86% |
| 총생산량(톤)      | 172,449 | 172,449 | 0       | 0%   | 172,449 | 172,449 | 0       | 0%   |
| DMU9<br>효율성  |         | 0.0574  |         |      |         | 0.1823  |         |      |
| 척수(척)        | 212     | 17,368  | -17,156 | -99% | 3,166   | 17,368  | -14,202 | -82% |
| 총톤수(톤)       | 5,103   | 88,897  | -83,794 | -94% | 16,208  | 88,897  | -72,689 | -82% |
| 고용인원(명)      | 2,258   | 39,357  | -37,099 | -94% | 2,835   | 39,357  | -36,522 | -93% |
| 정부재정이전(천달러)  | 3,490   | 75,086  | -71,596 | -95% | 3,763   | 75,086  | -71,323 | -95% |
| 총생산량(톤)      | 87,431  | 87,431  | 0       | 0%   | 87,431  | 87,431  | 0       | 0%   |
| DMU10<br>효율성 |         | 1       |         |      |         | 1       |         |      |
| 척수(척)        | 2,890   | 2,890   | 0       | 0    | 2,890   | 2,890   | 0       | 0    |
| 총톤수(톤)       | 73,030  | 73,030  | 0       | 0    | 73,030  | 73,030  | 0       | 0    |
| 고용인원(명)      | 6,962   | 6,962   | 0       | 0    | 6,962   | 6,962   | 0       | 0    |
| 정부재          | 116,18  | 116,18  | 0       | 0    | 116,18  | 116,18  | 0       | 0    |

|                         |               |               |             |      |               |               |         |      |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|------|---------------|---------------|---------|------|
| 정이전<br>(천달<br>러)        | 0             | 0             |             |      | 0             | 0             |         |      |
| 총생산<br>량(톤)             | 1,050,9<br>71 | 1,050,9<br>71 | 0           | 0%   | 1,050,9<br>71 | 1,050,9<br>71 | 0       | 0%   |
| DMU11<br>효율성            |               | 0.1605        |             |      |               | 1             |         |      |
| 척수(<br>척)               | 16            | 100           | -84         | -84% | 100           | 100           | 0       | 0    |
| 총톤수<br>(톤)              | 2,023         | 19,007        | -16,98<br>4 | -89% | 19,007        | 19,007        | 0       | 0    |
| 고용인<br>원(명)             | 99            | 2,235         | -2,136      | -96% | 2,235         | 2,235         | 0       | 0    |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 641           | 4,988         | -4,347      | -87% | 4,988         | 4,988         | 0       | 0    |
| 총생산<br>량(톤)             | 20,054        | 20,054        | 0           | 0%   | 20,054        | 20,054        | 0       | 0%   |
| DMU12<br>효율성            |               | 0.3813        |             |      |               | 0.7466        |         |      |
| 척수(<br>척)               | 575           | 1,509         | -934        | -62% | 1,127         | 1,509         | -382    | -25% |
| 총톤수<br>(톤)              | 16,480        | 43,246        | -26,76<br>6 | -62% | 32,286        | 43,246        | -10,960 | -25% |
| 고용인<br>원(명)             | 1,563         | 4,113         | -2,550      | -62% | 3,071         | 4,113         | -1,042  | -25% |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 22,803        | 96,805        | -74,00<br>2 | -76% | 14,654        | 96,805        | -82,151 | -85% |
| 총생산<br>량(톤)             | 227,20<br>7   | 227,20<br>7   | 0           | 0%   | 227,20<br>7   | 227,20<br>7   | 0       | 0%   |
| DMU13<br>효율성            |               | 0.1752        |             |      |               | 0.1824        |         |      |
| 척수(<br>척)               | 1,213         | 11,394        | -10,18<br>1 | -89% | 2,078         | 11,394        | -9,316  | -82% |

|                         |         |         |          |      |         |         |          |      |
|-------------------------|---------|---------|----------|------|---------|---------|----------|------|
| 총톤수<br>(톤)              | 80,257  | 458,180 | -377,923 | -82% | 83,575  | 458,180 | -374,605 | -82% |
| 고용인<br>원(명)             | 6,710   | 38,334  | -31,624  | -82% | 6,997   | 38,334  | -31,337  | -82% |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 43,052  | 245,745 | -202,693 | -82% | 44,819  | 245,745 | -200,926 | -82% |
| 총생산<br>량(톤)             | 892,523 | 892,523 | 0        | 0%   | 892,523 | 892,523 | 0        | 0%   |
| DMU14<br>효율성            |         | 0.3497  |          |      |         | 1       |          |      |
| 척수(<br>척)               | 250     | 965     | -715     | -74% | 965     | 965     | 0        | 0    |
| 총톤수<br>(톤)              | 6,099   | 17,418  | -11,319  | -65% | 17,418  | 17,418  | 0        | 0    |
| 고용인<br>원(명)             | 2,093   | 5,974   | -3,881   | -65% | 5,974   | 5,974   | 0        | 0    |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 5,753   | 99,846  | -94,093  | -94% | 99,846  | 99,846  | 0        | 0    |
| 총생산<br>량(톤)             | 99,599  | 99,599  | 0        | 0%   | 99,599  | 99,599  | 0        | 0%   |
| DMU15<br>효율성            |         | 0.4199  |          |      |         | 0.4236  |          |      |
| 척수(<br>척)               | 2,762   | 6,577   | -3,815   | -58% | 2,389   | 6,577   | -4,188   | -64% |
| 총톤수<br>(톤)              | 74,173  | 205,116 | -130,943 | -64% | 73,043  | 205,116 | -132,073 | -64% |
| 고용인<br>원(명)             | 5,354   | 12,761  | -7,407   | -58% | 5,406   | 12,761  | -7,355   | -58% |
| 정부재<br>정이전<br>(천달<br>러) | 20,237  | 48,198  | -27,961  | -58% | 20,417  | 48,198  | -27,781  | -58% |
| 총생산                     | 708,94  | 708,94  | 0        | 0%   | 708,94  | 708,94  | 0        | 0%   |

|              |         |         |          |      |         |         |          |      |
|--------------|---------|---------|----------|------|---------|---------|----------|------|
| 량(톤)         | 5       | 5       |          |      | 5       | 5       |          |      |
| DMU16<br>효율성 |         | 0.1046  |          |      |         | 0.1523  |          |      |
| 척수(척)        | 318     | 13,374  | -13,056  | -98% | 2,037   | 13,374  | -11,337  | -85% |
| 총톤수(톤)       | 19,130  | 182,909 | -163,779 | -90% | 27,864  | 182,909 | -155,045 | -85% |
| 고용인원(명)      | 3,091   | 29,562  | -26,471  | -90% | 4,504   | 29,562  | -25,058  | -85% |
| 정부재정이전(천달러)  | 7,263   | 69,481  | -62,218  | -90% | 10,586  | 69,481  | -58,895  | -85% |
| 총생산량(톤)      | 227,169 | 227,169 | 0        | 0%   | 227,169 | 227,169 | 0        | 0%   |
| DMU17<br>효율성 |         | 1       |          |      |         | 1       |          |      |
| 척수(척)        | 3,242   | 3,242   | 0        | 0    | 3,242   | 3,242   | 0        | 0    |
| 총톤수(톤)       | 16,166  | 16,166  | 0        | 0    | 16,166  | 16,166  | 0        | 0    |
| 고용인원(명)      | 2,727   | 2,727   | 0        | 0    | 2,727   | 2,727   | 0        | 0    |
| 정부재정이전(천달러)  | 464     | 464     | 0        | 0    | 464     | 464     | 0        | 0    |
| 총생산량(톤)      | 111,163 | 111,163 | 0        | 0%   | 111,163 | 111,163 | 0        | 0%   |

## 7) 순위합검정

### (1) 수출량 상위 국가와 하위 국가

수출량 상위 국가와 하위 국가를 정리한 것은 <표 IV-17> 이다.<sup>19)</sup> 17개국의 수출량 평균은 1,899,996.6으로 평균 이상의 상위 6개 국가에 대해서 그룹 1, 하위 11개 국가에 대해서 그룹 2로 나누었다.

<표 IV-17> 수출량 상위 국가와 하위 국가

| 분류 | 국가              | 수출량(천톤)   | 수출량순위 | 그룹 |
|----|-----------------|-----------|-------|----|
| 상위 | 노르웨이<br>(DMU1)  | 7,372,697 | 1     | 1  |
|    | 칠레<br>(DMU5)    | 4,036,561 | 2     | 1  |
|    | 덴마크<br>(DMU10)  | 3,623,057 | 3     | 1  |
|    | 스페인<br>(DMU13)  | 3,462,115 | 4     | 1  |
|    | 아이슬란드<br>(DMU3) | 1,992,437 | 5     | 1  |
|    | 영국<br>(DMU15)   | 1,901,043 | 6     | 1  |
| 하위 | 스웨덴<br>(DMU12)  | 1,882,249 | 7     | 2  |
|    | 일본<br>(DMU4)    | 1,584,485 | 8     | 2  |
|    | 한국<br>(DMU7)    | 1,313,788 | 9     | 2  |
|    | 벨기에<br>(DMU11)  | 1,245,294 | 10    | 2  |
|    | 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 967,724   | 11    | 2  |
|    | 호주              | 895,003   | 12    | 2  |

19) 수출량에 관한 자료 역시 투입 변수, 산출 변수와 마찬가지로 OECD Review of Fisheries: Country Statistics(2012)을 바탕으로 자료를 확보하였다.

|    |                  |             |    |   |
|----|------------------|-------------|----|---|
|    | (DMU8)           |             |    |   |
|    | 이탈리아<br>(DMU16)  | 742,172     | 13 | 2 |
|    | 그리스<br>(DMU9)    | 647,259     | 14 | 2 |
|    | 터키<br>(DMU6)     | 436,679     | 15 | 2 |
|    | 에스토니아<br>(DMU14) | 152,302     | 16 | 2 |
|    | 핀란드<br>(DMU17)   | 45,078      | 17 | 2 |
| 평균 |                  | 1,899,996.6 |    |   |

분석을 위해 이용한 17개국의 OECD 국가 중 수출량 상위 국가와 하위 국가의 두 그룹으로 나누어 효율성 차이가 우연히 존재하는지 아니면 통계적으로 유의한지 알아보기 위한 테스트를 실시하였다.

DEA는 이론적으로 효율성 값이 어떤 분포를 따르는지 모르기에 독립적인 비모수적 통계량을 이용하여 값의 분포를 확인하는 것이 바람직하다. 이 중 Wilcoxon-Mann-Whitney가 개발한 순위합검정은 두 그룹이 동일한 모집단에 속하는지 혹은 효율성 값이 동일한 분포를 따르는지에 관해 검증하는 것이다. 즉, 비교하는 두 그룹이 위치만 다를 뿐 같은 분포를 하고 있다는 가정을 하고 두 그룹의 중앙값의 차이가 0인지 여부를 검증하는 방법이다.<sup>20)</sup>

OECD 국가 간 수출량 차이에 관한 단측 검정을 하기 위해 귀무가설과 대립가설을 아래와 같이 설정한다.

귀무가설( $H_0$ ) : 수출량 상위 국가와 하위 국가 간의 효율성 차이가 없다.

20) 박만희, 효율성과 생산성 분석, 94-95:2008

대립가설( $H_1$ ) : 수출량 상위 국가가 하위 국가보다 더 효율적이다.

OECD 국가간 수출량 차이에 관한 특성을 정리하면 <표 IV-18>과 같다. 기술적 효율성(CRS)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.023로 유의수준 5%(0.05)보다 작기 때문에 수출량 상위 국가와 하위 국가간의 효율성 차이가 없다는 귀무가설을 기각하게 된다. 순수 기술적 효율성(VRS)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.243으로 유의수준 5%(0.05)보다 크고, 규모 효율성(SE)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.023로 유의수준 5%(0.05)보다 작기 때문에 수출량 상위 국가와 하위 국가간 효율성 차이가 없다는 귀무가설을 기각하게 된다. 순수 기술적 효율성에서는 귀무가설을 채택하고 규모 효율성에서는 귀무가설을 기각하고 있기에 수출 상위 국가와 하위 국가 간에는 규모의 효율성으로 인한 효율성의 차이가 존재하는 것을 알 수 있다.

**<표 IV-18>수출량 상위 6개국과 하위 11개국 순위합검정 통계량**

| 항목                                                         | CRS                | VRS                | SE                 |
|------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney U                                             | 10.500             | 22.000             | 10.500             |
| Wilcoxon W                                                 | 76.500             | 88.000             | 76.500             |
| Z                                                          | -2.775             | -1.167             | -2.775             |
| Asymp. Sig. (2-tailed)<br>근사 유의확률(양측)                      | 0.023              | 0.243              | 0.023              |
| Exact Sig.<br>[2*(1-tailed Sig.)]<br>정확한<br>유의확률(2*단측유의확률) | 0.020 <sup>a</sup> | 0.301 <sup>a</sup> | 0.020 <sup>a</sup> |

a. not corrected for ties.

b. Grouping Variable : 그룹

## (2) 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가

유럽 연합 국가는 OECD 생산량의 약 1/4로 큰 비중을 차지하고 있기

에<sup>21)</sup> 수출량 순위에 따른 분류에 대한 순위합검정과 마찬가지로, 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가 간의 효율성 차이에 대한 검정을 실시하기 위해 <표 IV-19>와 같이 정리한다.<sup>22)</sup>

<표 IV-19> 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가

| 국가명<br>(DMU)    | 그룹 |
|-----------------|----|
| 노르웨이<br>(DMU1)  | 1  |
| 뉴질랜드<br>(DMU2)  | 1  |
| 아이슬란드<br>(DMU3) | 1  |
| 일본<br>(DMU4)    | 1  |
| 칠레<br>(DMU5)    | 1  |
| 터키<br>(DMU6)    | 1  |
| 한국<br>(DMU7)    | 1  |
| 호주<br>(DMU8)    | 1  |
| 그리스<br>(DMU9)   | 2  |
| 덴마크<br>(DMU10)  | 2  |
| 벨기에             | 2  |

21) Carl-Christian Schmidt, Opportunities and Challenges for Developed (OECD) Countries, 2003

22) <표IV-2>에서 이미 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가 순으로 정렬을 했기에 이에 따른 그룹만 지정한다.

|                  |   |
|------------------|---|
| (DMU11)          |   |
| 스웨덴<br>(DMU12)   | 2 |
| 스페인<br>(DMU13)   | 2 |
| 에스토니아<br>(DMU14) | 2 |
| 영국<br>(DMU15)    | 2 |
| 이탈리아<br>(DMU16)  | 2 |
| 핀란드<br>(DMU17)   | 2 |

분석을 위해 이용한 17개국의 OECD 국가를 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가 두 그룹으로 나누어 효율성 차이가 우연히 존재하는지 아니면 통계적으로 유의한지 알아보기 위한 테스트를 실시하기 위하여 귀무가설과 대립가설을 아래와 같이 설정한다.

귀무가설( $H_0$ ) : 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가는 효율성 차이가 없다

대립가설( $H_1$ ) : 비유럽 연합 국가가 유럽 연합 국가보다 더 효율적이다

비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가의 특성을 정리하면 <표 IV-20>과 같다. 기술적 효율성(CRS)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.439, 순수 기술적 효율성(VRS)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.761, 규모 효율성(SE)의 측면에서 보면 Z통계량에 대한 근사 유의확률(양측)이 0.498로 유의수준 5%(0.05)보다 크기 때문에 비유럽 연합 국가와 유럽 국가간의 효율성 차이가 없다는 귀무가설을 채택하게 된다. 즉, 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가에 따른 효율성의 차이는 발

생하지 않는다.

<표 IV-20>비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가의 순위합검정 통계량

| 항목                                                         | CRS                | VRS                | SE                 |
|------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney U                                             | 28.000             | 33.000             | 29.000             |
| Wilcoxon W                                                 | 73.000             | 78.000             | 74.000             |
| Z                                                          | -0.775             | -0.305             | -0.678             |
| Asymp. Sig. (2-tailed)<br>근사 유의확률(양측)                      | 0.439              | 0.761              | 0.498              |
| Exact Sig.<br>[2*(1-tailed Sig.)]<br>정확한<br>유의확률(2*단측유의확률) | 0.481 <sup>a</sup> | 0.815 <sup>a</sup> | 0.541 <sup>a</sup> |

a. not corrected for ties.

b. Grouping Variable : 그룹

## 제 IV 장 결론

## 1절 연구의 요약 및 시사점

본 연구에서는 2008년도 OECD 17개 국가의 수산업에 대한 효율성을 알아보기 위해 척수, 총톤수, 고용인원, 정부재정을 투입 변수로 총생산량을 산출 변수로 두고 투입지향 CCR 모형과 BCC 모형에 관한 DEA 분석을 실시하였으며 효율성 검증, 순위합검정을 통해 국가별 수산업의 차이와 과대투입의 평균을 비교해 보았다.

먼저 DEA 분석을 통한 효율성 검증에 대해 요약하면 각각의 효율성에 대해 기술적 효율성(CRS)은 55%, 순수 기술적 효율성(VRS)은 35%, 규모 효율성은 30%정도의 비효율성이 나타나 17개국이 평균적으로 55%, 35%, 30% 감소시켜도 현재의 총생산량 수준을 유지할 수 있음을 알 수 있다. 규모 수익이 불편인 국가는 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드로 나타났으며 이 국가들은 투입지향 CCR 모형 하에서도 효율성이 1로 나와 상대적으로 수산업이 효율적으로 운영되는 국가임을 알 수 있으며, 그리스, 이탈리아, 터키는 가장 낮은 효율성을 가진 국가임이 드러났다. BCC 모형 하에서 순수 기술적 효율성 측면을 보면 노르웨이, 아이슬란드, 일본, 칠레, 덴마크, 벨기에, 에스토니아, 핀란드의 8개 국가가 효율성이 1로 나와 상대적으로 효율적으로 수산업이 운영되는 국가임을 알 수 있다. 이 중 노르웨이, 일본, 벨기에, 에스토니아는 기술적 효율성에서는 1이 나오지 못하고, 순수 기술적 효율성에서는 1이 나온 것으로 보아 규모 효율성에 비효율성이 존재함을 알 수 있다. BCC 모형 하에서 규모 효율성 측면을 보면 CCR 모형에서와 마찬가지로 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드 4개의 국가가 효율성이 1이 나와 상대적으로 효율성이 높음을 알 수 있다. 국가들의 수산업에 비효율성이 나타나는 국가에 대해 그 비효율성이 나타나는 원인을 살펴보면, 순수 기술적 요인에서 비효율성이 나타나는 국가는 뉴질랜드, 터키, 한국, 그리

스, 스페인, 영국, 이탈리아이며 규모 효율성 요인으로 비효율성이 나타나는 국가는 노르웨이, 일본, 호주, 벨기에, 스웨덴, 에스토니아 8개국임이 드러났다.

규모 효율성에 대한 특성으로 규모 수익 체감(DRS)의 특성을 가진 국가는 노르웨이, 일본, 영국의 3개 국가이고 규모 수익 체증(IRS)의 특성을 가진 국가는 뉴질랜드, 터키, 한국, 호주, 그리스, 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 스페인, 에스토니아, 이탈리아의 10개 국가가 있음을 확인할 수 있다. CCR 모형에서 상대적으로 벤치마킹하기 좋은 국가는 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 핀란드로 각각 8회, 11회, 10회, 1회 참조가 되기에 칠레가 11회로 참조 횟수가 가장 많았다. BCC 모형에서 상대적으로 벤치마킹하기 좋은 국가는 아이슬란드, 칠레, 덴마크, 벨기에, 에스토니아, 핀란드로 각각 6회, 6회, 5회, 5회, 2회, 7회가 나와 핀란드가 가장 참조 횟수가 많은 국가임을 알 수 있다. 수산업의 효율성을 해결하기 위해서는 상대적으로 비효율적으로 나온 국가들이 투입 변수를 일정량 감소시킬 때 효율성이 더 높아짐을 확인할 수 있다.

수출량이 많은 노르웨이, 칠레, 덴마크, 스페인, 아이슬란드, 영국의 6개 국가와 수출량이 낮은 스웨덴, 일본, 한국, 벨기에, 뉴질랜드, 호주, 이탈리아, 그리스, 터키, 에스토니아, 핀란드의 11개 국가를 순위합검정으로 분석해본 결과 순수 기술적 효율성의 측면에서 수출량 상위 국가와 하위 국가간의 효율성 차이가 없다는 귀무가설을 채택하나 기술적 효율성, 규모 효율성간의 효율성 차이가 발생하기에 수출량 상위 6개 국가와 하위 11개 국가 사이에는 규모의 효율성으로 인한 효율성 차이가 존재함을 알 수 있다. 또한 노르웨이, 뉴질랜드, 아이슬란드, 일본, 칠레, 터키, 한국, 호주의 비유럽 연합 8개 국가와 그리스, 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 스페인, 에스토니아, 영국, 이탈리아, 핀란드의 유럽 연합 9개 국가의 효율성 역시 순위합검정으로 분석해본 결과 비유럽 연합 국가와 유럽 연합 국가 사이의 효율성에도 차이가 없음을 알 수 있다.

## 제2절. 연구의 한계점 및 연구 방향

본 연구에서는 선행 연구뿐만 아니라 자료의 부족으로 인하여 OECD 모든 국가간의 수산업 효율성을 비교할 수 없었다. Review of Fisheries: Country Statistics(2012)에는 유효한 값을 지녔다고 판단되지 않아 제외된 자료가 많았는데, 이를 보충하기 위해 이전에 발간된 자료를 찾아보았음에도 불구하고 공란으로 남아 있는 자료가 많았다. 또한 Review of Fisheries: Country Statistics(2013)은 2013년 12월 20일 발간 예정이었기에 Review of Fisheries: Country Statistics(2012)을 활용하였다. 이 자료 자체가 발간된 해로부터 2년 전의 자료까지 수록하고 있기에 가장 최신 자료가 2010년의 자료였으며 이마저도 DEA 분석을 위한 적절한 자료라기에는 공란이 많이 존재하여 분석에 필요한 DMU의 개수가 갖춰지지 않아 불가피하게도 더 이전인 2008년 자료를 사용하여 분석함으로서 2013년과 많은 차이가 있음을 내재하고 있다. 실제로 분석에 실시한 2008년만큼 자료가 많은 년도는 2007년도였으며 그 이전과 그 이후의 자료는 DMU의 개수가 10개 미만인 경우가 허다했기에, 시계열을 이용하여 Malmquist 분석을 해보지 못 한 것이 아쉽음으로 남는다. 또한 기술력이나 식습관과 같은 국가 간의 개별적인 특성에 대한 사항에 대한 고려 없이 통계적인 자료만 가지고 분석을 시행했다는 것도 본 연구의 미흡한 점 중 하나이며 어업생산함수를 추정하는데 있어 어획량에 대한 고려를 하지 않은채 어획노력량의 일부를 바탕으로 분석을 실시한 것 역시 본 연구의 미흡한 점이다. 또한 DEA를 활용하여 상대적으로 효율적인 국가와 비교하여 투입물이 초과된 정도를 살펴보았다는 점 역시 한계이다. 실제로 변수의 투입물 초과분만큼을 제외한다고 했을 경우에 현 수준의 생산량을 유지할 수 있으리라는 것은 현실적이라 보기 어렵다. 이는 이론적 검토에서 살펴보았듯 DEA는 상대적인 효율성 평가 모델로 본 분석에서 효율적으로 나왔다고 하여 절대적인 효율 단위로 간주 할 수 없

기 때문이다.

따라서 국가 간의 수산업 비교 연구를 위해 각 국가의 식습관, 지형, 문화, 정책 등 개별적인 특성을 연구에 접목시켜 볼 수 있다. 가장 최근 년도의 자료를 보완함으로서 해당 년도의 수산업에 대한 현황 분석 및 환경적, 문화적으로 유사한 국가와의 비교, 선진 기술을 가진 국가와 비교해봄으로서 우리나라 수산업의 발전 방향에 대한 연구도 진행해 볼 수 있다. 이러한 연구를 바탕으로 우리나라의 수산업이 효율적인 방향으로 정책을 책정하고 그 결과가 다른 국가의 수산업 발전 방향의 벤치마킹 대상이 되기를 바란다.



## 참고문헌

- Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper(1984), Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management Science, Vol.30
- Carl-Christian Schmidt(2003), Opportunities and Challenges for Developed (OECD) Countries, FAO Industry and Expert Consultation on International Trade
- Charnes. A. W. et. al, (1985), A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S.AirForces, Annuals of Operations Research
- 강현구, 류동근, 손보라, 서영준 (2011), 우리나라 컨테이너터미널 운영사의 경영 효율성 평가에 관한 연구, 제20권, 한국항해항만학회
- 고범석 (2012), DEA모형을 이용한 국내 및 외국계 물류기업의 운영형태별 효율성분석에 관한 연구인천대학교 동북아물류대학원 석사 논문
- 김도훈 (2006), DEA 기법을 이용한 우리나라 대형선망어업의 어획능력 측정에 관한 연구, 자원환경경제연구, 제15권, 한국자원경제학회
- 김도훈, 안희춘, 이경훈, 황진욱(2007), DEA 기법을 이용한 낙지통발어업의 어획 능력 측정, 한국어업기술학회지, 제43권, 한국어업기술학회
- 김은정, 전은진(2012) 국가 기술개발 전략 실증분석을 통한 R&D 효율성 제고방안 연구, 한국기술혁신학회지, 제15권, 한국기술혁신학회
- 김재희, 최강득, 김수관(2008) 원양어업의 효율성 평가를 위한 자료포락 분석 모형, 수산경영론집, 제39호, 한국수산경영학회
- 김지우(2013), DEA/Window를 이용한 연근해어업의 주요업종별 효율성 비교 연구, 부경대학교 대학원 석사 논문
- 박만희(2008), 효율성과 생산성 분석, 한국학술정보
- 박미영(2013), DEA모형을 이용한 국가어항 효율성 분석, 부경대학교 대학원 석사 논문
- 박순동(2005), 비모수적 방법을 이용한 OECD 국가별 R&D 효율성과 생산성 분석, 성균관대학교 대학원 박사 논문

박철형(2012), 양식업의 양식방법별 어종별 생산효율성 비교분석에 관한 연구, 수산경영론집, 제43권, 한국수산경영학회

서영준(2011), ASEAN 지역 항만의 효율성 평가에 관한 연구」, 한국해양대학교 대학원 석사 논문

서재하(2013), DEA-Window를 이용한 물류기업의 효율성 분석에 관한 연구」, 인하대학교 물류전문대학원 석사 논문

서주남, 송정현(2009), 해조류 양식업 규모의 효율성 추정에 관한 연구 : 부산 기장 미역 미역양식을 중심으로, 수산경영론집, 제40권, 한국수산경영학회

심광식(2011), DEA 모형에서 회귀분석을 이용한 AR 결정 및 적용성 연구, 전남대학교 대학원 박사 논문

오환중(2010), DEA 모형에 의한 수산업협동조합의 경영효율성 측정에 관한 연구, 산업경제연구, 제23권, 한국산업경제학회

유동운(2000), 현대수산경제론, 태화출판사

이기영(2009), DEA 이용한 HACCP 도입의 효율성분석, 부경대학교 대학원 석사 논문

이윤정(2000), 자료포괄분석기법(DEA)을 이용한 국내 개별 은행들의 경영효율성 분석연구, 이화여자대학교 대학원 석사 논문

이주량(2010), OECD 주요국의 농산업 생산성과 R&D 투자 비교 , STEP Insight, 제52호, 과학기술정책연구원

장영재, 양동현(2012), OECD 국가의 의료서비스산업의 효율성 측정 및 효율성 결정요인: SBM과 SFA의 결합 ,산업경제연구, 제25권, 한국산업경제학회

조윤기(2006), 한·중·일 컨테이너항만의 효율성 분석에 관한 연구, 동북아경제연구, 제18권, 한국동북아경제학회

조정희, 오순택(2011), OECD의 수산정책 논의동향과 그에 따른 정책 방향, 한국해양수산개발원

최승빈(2002), OECD국가 은행산업의 효율성 차이에 관한 비교연구, 경영연

구, 제17권, 한국산업경영학회

허수진(2013), 패널회귀분석을 이용한 연근해어업 생산함수 추정, 부경대학교 대학원 석사 논문

홍현표, 장홍석, 안재현, 한덕훈(2011), 중동·북아프리카와의 수산협력 활성화 위한 기초연구, ,대외경제정책연구원

(2008년도)해외수산 동향분석 보고서, 국립수산물품질관리원, 2008

2012 수산물 해외시장동향, 한국농수산물유통공사, 2012

2012년도 수산식품 수출입동향 및 통계, 한국농수산물유통공사, 2012

CWP Handbook of Fishery Statistical Standards, FAO, 2012

KMI 수산동향, 한국해양수산개발원, 2013

OECD Review of Fisheries: Country Statistics, OECD, 2011

OECD Review of Fisheries: Country Statistics, OECD, 2012

The state of world fisheries and aquaculture, JAICAF, 2012

OECD, 불법어업등 경제효과 분석보고서 채택, 한국개발연구원, 2005

WTO/FTA 체결에 따른 수산업·어촌 국내대책 수립, 농림수산물식품부, 2006

주요국 수산물 소비 트렌드, 한국농수산물유통공사, 2011

FAO, <http://www.fao.org/>

OECD, <http://www.oecd.org/>

농수산물수출자원정보, <http://www.kati.net/kati.do>

農林水産省 <http://www.maff.go.jp/>

두피디아, <http://www.doopedia.co.kr>

해외비즈니스정보털, <http://www.globalwindow.org/gw/main/GWMAIN010M.html>