

원양어업의 효율성 평가를 위한 자료포락 분석 모형†

김재희* · 최강득** · 김수관***

A Data Envelopment Analysis Model for Evaluation of Efficiency of Deep-Sea Fishing Industry

Kim, Jae-Hee*, Choi, Kang-Deuk** and Kim, Soo-Kwan***

〈 목 차 〉

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| I. 서론 | 1. 입출력 요소의 선정 |
| II. 이론적 고찰 | 2. 입출력 요소에 대한 업종별 평가 |
| 1. 효율성 평가를 위한 계량적 방법 | 3. 자료포락분석 결과 |
| 2. 자료포락분석 | IV. 결론 및 향후 연구과제 |
| III. 자료포락분석을 이용한 원양 업종별 효율성 평가 | 참고문헌 |
| | Abstract |

I. 서론

우리나라 원양어업은 약 50여 년 동안의 괄목할만한 발전에도 불구하고, 현재는 연안국 규제, 어족자원 보호규제, WTO/FTA 등과 같은 국제 환경의 변화, 그리고 어가하락과 고임금, 고유가 등의 영향이 겹쳐 매우 큰 어려움을 겪고 있다. 특히 장기적인 투자전략보다는 단순입어방식이나 단기간의 가시적 이익만을 추구하는 경영방식으로 인해 매우 취약한 경쟁력을 갖게 되었다(해양수산부, 2005). 그러나 원양산업은 국가

접수 : 2008년 10월 22일 최종심사 : 2008년 11월 21일 게재확정 : 2008년 11월 28일

† 본 연구는 농림수산식품부 「한미 FTA 체결에 따른 직접 피해지원 계획수립 연구」과제의 지원으로 수행된 결과임.

* 전북대학교 경영학부 조교수(063-270-2991, jheekim@chonbuk.ac.kr)

** 국립군산대학교 경영회계학부 부교수

*** 국립군산대학교 경영회계학부 교수(Corresponding author: 063-469-4834, sookwan@kunsan.ac.kr)

해양식량산업의 중요한 공급원으로서 21세기 해양강국으로 거듭나기 위한 국가의 전략적 산업정책의 관점에서 그 중요성이 어느 때 못지않게 높다고 볼 수 있다. 이러한 상황에서 원양어업에 대한 경쟁력을 재평가하고 이를 토대로 구조조정의 틀을 확립할 필요성이 제기되고 있다(해양수산부, 2007b). 이에 따라 여러 가지 대책방안이 요구되는 상황이며, 정부에서는 농업부문에서와 마찬가지로 「자유무역협정 체결에 따른 농어업인 등의 지원에 관한 특별법」 제5조의 “소득보전직접지불금” 및 제6조의 “폐업지원금”에 근거하여 수산업분야에서도 폐업지원금 지급을 추진하고 있다. 그러나 아직까지 FTA 체결에 따른 폐업지원금의 지급기준·방법 등에 대한 구체적인 방안이 마련되지 않아 사업추진에 어려움이 있는 실정이다.

폐업지원 관련한 최근의 연구로 원양어업을 다루지는 않았지만, 해양수산부(2007a)를 들 수 있다. 이 연구에서는 연근해 어업의 업종별 우선순위를 결정하는 요인으로 어족자원고갈, 업종 간 분쟁, 한일·한중어업협정체결로 조업조건 악화, FTA, DDA/WTO에 따른 영향, 어업인들 감척요구, 어업수익성, 면세유 의존도 등을 선정하고 업종별 심각도 점수를 부여한 후 각 요인별 가중치와 결합해서 감척우선순위를 결정한 바 있다.

한편, 원양어업의 경우는 최근까지의 조업환경 변화를 고려하지는 않았지만, 원양어업의 경영현실을 분석한 해양수산부(2005)의 연구를 예로 들 수 있다. 이 연구에서는 우리나라 원양어업의 경쟁력 확보 측면에서 여타 원양 어업국 대비 우리 원양어업의 SWOT를 분석하였으며, 업종별, 해역별 어업환경을 분석하고 어장의 경제성 평가를 수행함으로써 원양어업에 대한 향후 추진전략 마련에 중요한 토대를 제시하였다. 그러나 원양산업 각 업종에 대한 효율성을 정량화하지는 않아서, 각 업종에 대한 폐업 우선순위 결정에 직접적으로 활용하는 데는 다소 부족함이 있었다.

이에 본 연구에서는 원양산업의 업종별 효율성 평가를 위해 기존 연구와는 다소 다른 접근을 제시하고자 한다. 즉, 경제성 뿐 아니라 구조조정 정책에 영향을 미치는 다수의 요소를 동시에 고려해서 업종별 효율성 평가를 수행할 수 있는 계량적 접근법으로 자료포락분석을 소개하고자 한다. 즉, 경영수익성과 한미FTA로 인한 영향, 그리고 연안국규제, 쿼터확보어려움, 입어료부담, 조업경쟁여건 등을 고려해서 개별 업종에 대한 상대적 효율성 수치를 산정한다. 또한 비효율적 업종의 경우 어느 부분에서 경쟁력이 떨어지는 지 개선방향을 파악해 보고자 한다. 다음의 제2절에서는 원양어업 업종별 평가를 위한 DEA의 개념을 설명한다. 그리고 제3절에서는 DEA를 이용한 원양어업 업종별 효율성 평가 과정과 그 결과를 수록하고 제4절에는 결론과 향후 연구 과제를 제시하였다.

II. 이론적 고찰

1. 효율성 평가를 위한 계량적 분석

계량적인 방법으로 효율성을 측정하기 위한 전통적인 방법은 크게 함수 접근법(Function approach), 생산성지수법(Productivity index approach), 비율분석법(Ratio analysis) 등으로 나뉘 볼 수 있다(유금록, 2004; Coelli *et al.*, 1998).

먼저, 함수 접근법은 회귀분석(regression analysis)의 개념에 기반을 한다. 즉, 의사 결정단위(Decision Making Unit, DMU)의 산출물 수준이 투입물의 수준에 준할 것이라는 가정 하에서 회귀분석을 통해 투입물 수준과 산출물 수준의 연관관계를 설명하는 함수식을 도출한 후, 평가 대상 DMU의 산출물 값이 회귀함수식에 의해 추정되는 산출물의 기대 값을 초과할 경우 '효율적', 그렇지 않을 경우를 '비효율적'으로 판단하는 개념이다. 그러나 분석대상의 표본수가 충분히 크지 않은 경우에는 신뢰할만한 회귀함수식을 구할 수 없고, 우수한 DMU가 아닌 '평균치'와 비교해서 유효성 여부를 판정한다는 데 따른 문제 등이 약점으로 꼽히고 있다.

생산성지수법은 가장 전통적인 접근 방법으로서 노동, 자본, 에너지 등의 부가가치 능력을 평가하는 방법이다. 이 같은 접근법으로는 총 생산성(Total productivity), 편요소 생산성(Partial factor productivity), 총요소 생산성(Total factor productivity) 등의 기준이 적용될 수 있다. 각 방법의 개념은 유사하다. 대표적인 예로 총 생산성지수법을 예로 들면, 이는 양 또는 금액단위의 산출규모를 투입규모로 나눈 값으로 정의되며, 이때 분모의 투입규모는 노동, 자본, 에너지, 원재료, 기타 경비의 총합을 사용하면 된다. 이 방법 역시 전체적인 생산성을 직관적으로 표시할 수 있다는 점에서 효과적이지만, 다수의 투입물과 산출물을 동시에 고려할 수 없으며 이들을 단순히 동일한 단위, 즉 금액으로 환산하는 과정에서 적절하게 단위 변환을 하는 것이 쉽지 않다는 단점이 있다.

비율분석법은 기업의 영업실적을 평가하는 데 널리 이용되는 분석방법으로 재무제표를 이용하여 기업의 경제적 실태를 설명해 줄 수 있는 재무비율을 계산한 다음, 이를 산업표준비율과 비교하거나 특정기업의 재무비율의 추이를 관찰하여 기업의 수익성, 유동성, 안정성, 성장성 등을 분석하는 방식으로 이뤄진다(손승태, 1993). 재무비율 중 기업의 경영성과를 평가할 수 있는 가장 전형적인 비율은 총괄적인 경영성과와 이익창출능력을 나타내 줄 수 있는 수익성비율로, 이익값을 투자액 또는 매출액으로 나눈 값으로 정의된다. 따라서 수익성비율은 주주와 채권자로부터 조달한 자본을 이용하여 어느 정도의 영업성과를 올렸는지, 또 기업이 생산·판매·자금조달 등의 활

동을 얼마나 효율적으로 수행하였는지를 측정하는 지표가 된다. 이 밖에도 순이익을 자산투자액으로 나눈 값으로 정의되는 투자수익률(Return On Investment)은 전년대 비 경영성과를 평가하는 데 유용하게 사용될 수 있다. 그러나 비율분석법 역시 생산성 접근법과 마찬가지로 다수의 투입물과 산출물을 하나의 공통지표로 변화하는 과정에 어려움을 내포하고 있다.

이상에서 살펴본 전통적인 방법들은 공통적으로 각 평가대상 DMU의 성과가 전체 평균에 비해 어느 정도 수준에 있는지에 따라 효율성 여부를 판정한다. 그러나 평균치로부터 어느 정도 차이가 있는 경우 효율 또는 비효율을 판정하는 지 기준이 모호할 뿐 아니라, 평균치 자체가 어느 정도 효율적인지도 정확히 알 수 없는 경우가 많다는 취약점을 갖고 있다. 아울러 상이한 단위를 갖는 다수의 투입물과 산출물을 동시에 고려하는 과정에서 단위변환이 쉽지 않을 수도 있다. 이러한 배경에서 다수의 투입물과 다수의 산출물을 가진 DMU에 대한 효율성분석이 용이한 자료포락분석이 그 대안으로 많이 활용되고 있다.

2. 자료포락 분석

DEA는 다기준 의사결정 기법의 하나로서 DMU의 상대적 효율성을 측정할 목적으로 Charnes et al.(1978)에 의해 소개된 개념이다. 이후 경영과학 기법 중 가장 성공한 것 중 하나로 평가될 정도로 다양한 활용이 있었다. 여기서 상대적이라 함은 한 조직의 효율성이 다른 조직의 효율성과 비교해서 정해진다는 것을 의미하며, 이는 곧 준거 집단(reference group)이 되는 다른 유사 조직들과의 비교를 통해 DMU의 효율성을 측정하는 것을 말한다. 자료포락분석에서는 효율성 평가 과정에서 파레토 최적과 유사한 개념을 활용해서 문제를 해결한다. 따라서 먼저 파레토 최적의 개념을 간략히 소개하고자 한다.

1) 파레토 최적의 개념

원래 파레토 최적의 개념은 다음과 같은 다목적 계획 문제에서 정의된다(Steuer, 1986).

$$\max F(x) = \{f_1(x) = z_1, f_2(x) = z_2, \dots, f_k(x) = z_k \mid x \in S\} \quad (1)$$

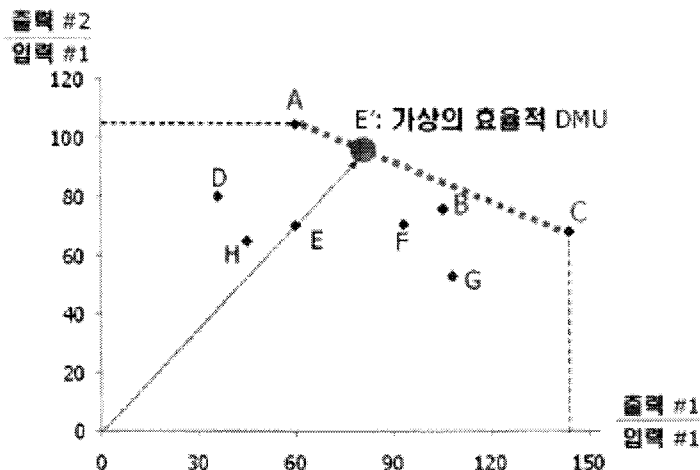
여기서 S 는 변수의 가능 영역(feasible set)이고 $Z \subset R^k$ 는 목적값의 가능영역(Attainable set)으로 다음을 만족한다.

$$z = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)), z \in S$$

다중 목적 문제에서 고려되는 목적들을 모두 만족시키는 최적해를 구한다는 것은 매우 어려운 일이다. 왜냐하면, 다중 목적 문제에서는 개개의 목적들에 대한 최적해를 구한다 하더라도 각 목적들 간에 서로 영향을 주고 있고, 이 목적들 간의 우선순위를 정할 수 없는 경우가 많기 때문이다. 따라서 모든 목적들에 대해서 최적은 아니더라도 각 목적들이 모두 고려된 열등하지 않는 해, 즉 다른 목적값을 저하시키지 않고는 어느 하나의 목적값을 개선시킬 수 없는 파레토 최적의 개념을 사용하여 문제를 해결 한다(Evans, 1984). 파레토 최적해는 열등하지 않는 해(Non-dominated solution) 또는 효율적의 의미로 유효해(Efficient solution)로 불리기도 하며, 자료포락 분석에서는 효율적 프런티어(Efficient frontier)의 용어가 주로 활용된다. 즉, 몇 가지의 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물간의 자료를 이용해 효율적 프런티어를 구성하고 이를 비교대상으로 하여 각 DMU의 효율값을 측정한다.

2) DEA의 개념

앞서 II.1절에서 살펴본 바와 같이 고전적인 효율성 측정 방법은 다양한 자원, 활동, 환경 요소 등과 관련된 여러 투입물과 산출물이 존재하는 상황에서는 부적합하다. 그러나 DEA는 복수의 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물간의 자료를 이용해 평가대상 DMU의 효율값을 측정할 수 있다. 이는 함수접근법과 달리 함수 형태를 가정하고 모수(parameter)를 추정하는 것이 아니고 경험적인 투입요소와 산출요소 간의 자료를 이용해 경험적 효율적 프런티어를 도출한 후 이와 같이 도출된 효율적 프런티어와 평가대상을 비교하여 평가 대상 DMU의 효율성을 측정하는 비모수적(non-parametric) 방법이다(손승태, 1993).



<그림 1> DEA의 효율성 평가개념

〈그림 1〉은 DEA의 효율성 평가의 개념을 도시한다. 이 그림은 하나의 입력요소와 2개의 출력요소를 갖는 상황에서 A~G의 DMU에 대한 평가를 가정하고 있다. 그림에서 DMU A와 C는 효율적 상태에 있음이 분명하다. 그러나 DMU E의 예를 보면 DMU A와 C를 결합해서 만들 수 있는 효율적 프런티어상의 위치한 DMU E'에 비해 열등한 상태에 있다. 이러한 개념을 토대로 DEA는 효율적 프런티어 상에 위치하는 DMU를 효율적 DMU로, 그렇지 않은 경우를 비효율적인 DMU로 판별한다. 또한 DEA는 효율성 점수를 제공할 뿐 아니라, DMU E'와 같이 비효율적 DMU가 모범으로 삼아야 할 준거 DMU를 제시할 수 있다. 물론 비효율적 DMU 각각에 대해 효율적 DMU에 비해 상대적으로 열등한 부분과 그 크기를 가늠할 수 있으며, 가상의 효율적 DMU를 생성하는 데 어느 DMU가 많이 참조되는 지 파악해 볼 수 있다.

DEA에서는 RTS(ReturnsToScale)개념을 활용하여 측정대상의 규모(Scale)에 따른 영향이 효율성에 미치는 정도를 반영할 수 있는데, 측정대상 출력량의 증가율이 입력량의 증가율에 비례하는 경우를 CRS(ConstantReturnstoScale), 그렇지 않은 경우를 VRS(VariableReturnstoScale)로, 그리고 VRS는 다시 입력량의 증가율보다 출력량의 증가율이 작은 DRS(DecreasingReturnstoScale)와 그렇지 않은 IRS(IncreasingReturnstoScale)로 세분된다. 그리고 CRS와 VRS를 가정한 DEA모형의 대표적인 형태로 DEA-CCR모형(Charnes et al., 1978)과 DEA-BCC모형(Banker et al., 1984)을 들 수 있다(Sami and Risto, 1995). 본 연구에서는 〈표 1〉에 제시되는 입력물과 출력물의 관계를 볼 때 출력물의 증가율이 입력물의 증가율에 비례하지 않는 VRS를 가정하는 것이 타당한 것으로 판단하였다. 이에 VRS를 가정한 DEA-BCC모형을 적용했다. 아래의 식 (2)는 CCR모형을, 식 (3)은 BCC모형의 수학적 표현에 해당한다. 이들 식에서 m 은 투입요소의 수, p 는 산출물의 수, x_{ij} 는 DMU j , 입력요소 i 의 투입량, y_{ij} 는 DMU j , 산출물 i 의 산출량을 의미한다. 그리고 μ_k 는 DMU의 효율성이 최대가 되도록 결정되는 k 번째 산출요소의 가중치, ν_i 는 DMU의 효율성이 최대가 되도록 결정되는 i 번째 투입요소의 가중치, 그리고 μ_0 는 평가 대상 DMU에 대한 규모의 효과지표로 효율적 프런티어(EfficientFrontier)의 절편에 해당되며 이 값이 0이면 CRS, 음(-)이면 IRS, 양(+)이면 DRS로 해석할 수 있다. 그리고 식 (3)의 목적함수는 평가대상 DMU 0의 효율성을 최대화하는 목적식이다. 그 아래의 첫 번째 제약식은 DMU 0 측정 시 비교에 동원된 j 번째 DMU의 영향도(λ_j)값의 합을 1로 함으로써 효율적 DMU에 의해서 효율적 프런티어를 구성하며, 두 번째 제약식은 첫 번째 제약식과 함께 작용해서 다른 DMU와의 비교를 통해 1보다 작거나 같은 범위 내에서 효율성 값을 최적화하는 제약식이 된다(Cooper et al., 2007).

$$\begin{aligned}
 & \max_{\mu_k, v_i} \sum_{k=1}^p \mu_k y_{k0} \\
 & \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 0 \\
 & \quad \sum_{k=1}^p \mu_k y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
 & \quad \mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon \quad k=1, \dots, p \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad i=1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 & \max_{\mu_k, v_i} \sum_{k=1}^p \mu_k y_{k0} - u_0 \\
 & \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\
 & \quad \sum_{k=1}^p \mu_k y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \quad j=1, \dots, n \\
 & \quad \mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon \quad k=1, \dots, p \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad i=1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3}$$

통상 이러한 투입과 산출들을 결합할 수 있는 시장가격이 존재하지 않은 것이 현실인데, 이럴 경우 효율성은 상대적인 관점에서 측정하는 것이 불가피하다. 따라서 자료포락 분석에서는 효율적 DMU들이 경험적으로 형성하는 효율적 프런티어를 통해 각 DMU의 상대적 효율성을 측정할 수 있다고 가정한다. 이 방법은 평균이 아닌 ‘효율적’ 조직들을 기준으로 효율성을 측정하고, 투입물과 산출물이 각각 다수일 경우에도 투입물과 산출물 각 요소의 평가값을 종합한 함수형태에 대한 가정 없이 투입과 산출의 원래 단위를 그대로 사용이 가능할 수 있다는 점에서 큰 장점이 있어 DMU의 상대적 효율성을 평가하는데 유용하게 활용되었다(안태식, 1991; Cooper et al., 2007; Seiford and Thrall, 1990). 한편, 자료포락분석에서 평가 단위의 수가 적을 경우 계산상 측정오차가 있을 가능성을 배제하지 못하다는 단점도 있다. 이에 관련해서 Coelli와 Perelman(1998)은 투입요소와 산출요소의 수를 결정할 때 투입과 산출요소 개수의 합보다 2배 이상의 평가단위를 사용할 것을 권장하고 있다.

III. 자료포락분석을 이용한 원양업종별 효율성 평가

1. 입출력 요소의 선정

자료포락분석을 위해서는 입력요소(투입자원)와 출력요소(산출물)에 대한 정의가 선행되어야 한다. 여기서 투입요소라 함은 원양어업의 생산 활동을 위해 투입되는 요소, 예컨대 자본금이나 인력규모 등이 우선 고려될 수 있다. 그리고 출력요소로는 성

과물의 절대적인 규모를 측정할 수 있는 항목으로서 보통은 생산량, 수익 등이 고려될 수 있다. 실제로 기존의 많은 연구에서 수산업의 업종별 경영여건 평가를 위한 연구에서는 유동성비율, 레버리지비율, 수익성비율, 활동성비율, 성장성비율, 생산성비율 등의 지표가 활용되곤 하였다. 그러나 원양어업의 구조 조정에는 경제성 뿐 아니라 향후 조업 여건 등 정성적인 요소를 비중 있게 감안해야 할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 폐업 정책 수립 시 고려해야 할 정량적 및 정성적 요소를 먼저 선정하고 이를 토대로 가상의 투입요소와 산출요소를 설정하고자 하였다.

폐업 시 고려해야 할 요소의 선정을 위해 원양 업종별 위원장 업체를 대상으로 한 설문을 실시하였다. 이 과정에서 원양어업의 업종으로는 북양트롤, 북양트롤(합작), 대서양트롤, 포클랜드트롤, 인도양트롤, 인도네시아트롤, 뉴질랜드트롤, 새우트롤, 참치연승, 참치선망, 오징어채낚기, 대구지연승, 콩치붕수망, 대서양 외줄낚시의 총 14개 업종을 고려하였다. 각 업종의 위원장 업체를 대상으로 한 의견 수렴 결과 FTA 피해, 연안국 규제, 입어료 부담, 조업 경쟁여건, 경영 수익성, 어족자원(쿼터확보)을 폐업과 관련한 정책 결정시 고려해야 할 주요 요소로 선정하였다. 여기서 주목할 부분이 있는데, 앞서 선정된 요소들은 향후 폐업 정책 수립 시 고려해야 할 요소들로서 원양어업의 현재 상황 뿐 아니라 장래의 경쟁력에 영향을 미치는 요소들을 포함하고 있다는 점이다. 가령, 한미 FTA로 인한 피해는 명백히 향후 예상되는 피해 규모에 해당되며, 연안국 규제, 입어료 부담, 조업 경쟁여건, 어족자원(쿼터확보) 역시 설문 응답 시 현 상황과 장래 상황을 종합적으로 고려했을 때의 여건을 응답 받았다.

다음 단계에서는 앞서 선정된 요소들을 토대로 DEA의 입출력 요소를 선정하였다. 그 결과 투입요소로는 해당 항목의 '최소화'가 바람직한 FTA 피해, 연안국 규제, 입어료 부담, 조업 경쟁여건을 선정하였으며, 출력요소로는 '최대화'가 바람직한 경영 수익성과 어족자원(쿼터확보)을 선정하였다. 이와 같은 입출력 요소의 설정은 DMU의 성과를 위해 투입되는 자원을 입력요소로, 성과 요소를 출력요소로 고려하는 일반적인 경우와는 다소 차이가 있다. 아울러 이들을 입출력 요소로 한 DEA분석 결과에서 나타난 DMU의 효율성이 실제 업종별 경영여건과 동일할 수는 없을 것이다. 그러나 원양업종의 구조조정 정책 수립을 위한 사전 분석을 위해서는 경제적인 요소 외에 FTA 피해, 연안국 규제, 입어료 부담, 조업 경쟁여건 등의 정성적 요소를 중요하게 고려할 필요가 있다고 판단하였다. 즉, 이들 요소를 입출력 요소로 한 DEA분석의 결과는 향후 전망 등을 고려할 경우 각 업종이 어느 정도 효율적이거나 비효율적인지, 결과적으로는 보다 적극적으로 구조조정을 추진할 필요가 있는 업종을 구분해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

〈표 1〉 투입요소와 산출물

| 입력 요소출력 | 요소 |
|---------------------------------------|----------------------|
| FTA 피해 연안국 규제 입어료 부담 조업 경쟁여건 | 경영 수익성 어족자원(쿼터확보) |

2. 입출력 요소에 대한 업종별 평가

DEA의 각 입출력 요소에 대해 업종별 평가값을 산정하였다. 즉, FTA 피해, 연안국 규제, 입어료 부담, 조업 경쟁여건, 경영 수익성, 어족자원(쿼터확보) 항목에 대해 각 업종의 영향도를 평가하였다. 업종의 경우는 당초 북양트롤, 북양트롤(합작), 기지트롤(대서양), 기지트롤(포클랜드), 기지트롤(인도양), 기지트롤(인도네시아), 기지트롤(뉴질랜드), 새우트롤, 참치연승, 참치선망, 오징어채낚기, 대구저연승, 콩치붕수망, 대서양의줄낚시 이상 총 14개 업종을 고려하였다. 그러나 원양어업 회원을 대상으로 한 설문조사 결과 기지트롤(뉴질랜드)과 새우트롤의 응답이 확보되지 않았는데, 원양어업 폐업 결정을 위한 설문조사라는 안내에도 불구하고 설문에 응하지 않은 점을 고려할 때 폐업의 시급성이 크지 않은 것으로 추정할 수 있었다. 즉, 이들 2개 업종의 경우 타 업종에 비해 경영여건이 나쁘지 않을 것으로 잠정적인 추정을 하고, 이들 업종은 DEA적용 대상에서 제외하였다.

DEA의 각 입출력 요소에 대해 업종별 평가값을 산정하는 과정은 다음과 같다. 먼저 FTA피해는 한국해양수산개발원(2007)에서 분석한 〈표 2〉의 한미FTA로 인한 어종별 피해금액을 토대로 해서, 각 어종이 원양어업의 개별 업종별로 획득되는 비율 통계를 종합하여 업종별 피해 금액을 산정하였다. 그리고 경영수익성은 원양업체에 대한 자료 요청 결과 획득한 업체별 톤당 이익값을 토대로 계산하였다. 그리고 연안국 규제, 쿼터확보 어려움, 입어료부담, 조업경쟁여건의 정성적 요인은 원양 업체에 대한 설문결과를 토대로 설문 결과한 수치의 평균값을 활용하였다. 통상 이러한 분석 과정에서 각 항목의 단위나 척도의 차이가 문제가 될 수도 있다. 그러나 자료포락분석은 각 항목의 상대적 중요도 정보가 없는 상황에서 상대적 효율성을 평가할 수 있는 장점이 있으며, 이것은 각 입출력 요소의 단위가 중요하지 않다는 것을 의미한다. 따라서 각 항목에 대한 값은 나름의 방법으로 정규화하였다. 즉, 각 요소별 계산값의 최소값을 1, 최대값을 5가 되도록 정규화하였다. 그 결과 〈표 3〉과 같은 DEA입력 자료를 얻을 수 있었다. 〈표 3〉에서 얻을 수 있는 주요 결과를 살펴보면, 수치가 작을수록 바람직한 입력요소의 경우 FTA피해는 북양트롤(합작), 연안국 규제는 대구저연승, 입

〈표 2〉 원양 품목 별 한미FTA의 피해 규모 추정(한국해양수산개발원, 2007)

| | 수입증가량(톤) | 가격 하락분 (원/kg) | 생산 감소량 (톤) | 생산액감소 (억) | 평균 생산감소 (억) |
|-----|----------|------------------|---------------|--------------|----------------|
| 명태 | 7,600 | 173 | 7,220 | 192~309 | 251 |
| 민어 | 3,100 | 411 | 775 | 73~116 | 95 |
| 고등어 | 900 | 57 | 675 | 58~93 | 76 |
| 넙치 | 1,270 | 69 | 445 | 44~70 | 57 |
| 대구 | 1,410 | 213 | 1,340 | 27~43 | 35 |
| 가자미 | 1.05 | 162 | 263 | 24~39 | 32 |
| 게류 | 900 | 84 | 225 | 19~31 | 25 |
| 꽃게 | 280 | 338 | 42 | 15~23 | 19 |
| 오징어 | 300 | 3 | 15 | 6~10 | 8 |
| 아귀 | 400 | 63 | 100 | 5~9 | 7 |
| 뱀장어 | 35 | 165 | 2 | 5~8 | 7 |
| 키조개 | 60 | 114 | 30 | 4~7 | 6 |
| 꽁치 | 50 | 2 | 18 | 4~6 | 5 |
| 블락 | 170 | 19 | 4 | 3~5 | 4 |
| 서대 | 70 | 92 | 18 | 2~3 | 3 |
| 가오리 | 170 | 11 | 4 | 1 | 1 |
| 돔류 | 50 | 6 | 1 | 1 | 1 |

〈표 3〉 DEA입력 자료

| 업종 | 입력요소 | | | | 출력요소 | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------------|
| | FTA 피해 | 연안국 규제 | 입어료 부담 | 조업 경쟁여건 | 경영 수익성 | 어족자원 (쿼터) |
| 북양트롤 | 2.40 | 2.60 | 4.73 | 1.80 | 1.25 | 1.00 |
| 북양트롤 (합작) | 5.00 | 1.40 | 3.99 | 1.00 | 2.04 | 1.16 |
| 기지트롤 (대서양) | 3.56 | 3.40 | 2.87 | 4.00 | 1.17 | 2.16 |
| 기지트롤 (포클랜드) | 1.09 | 2.33 | 4.11 | 1.67 | 1.65 | 1.05 |
| 기지트롤 (인도양) | 1.07 | 3.67 | 2.24 | 4.33 | 1.09 | 2.58 |
| 기지트롤 (인도네시아) | 1.35 | 4.60 | 1.56 | 2.56 | 3.52 | 3.76 |
| 참치연승 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.33 | 1.00 | 5.00 |
| 참치선망 | 1.00 | 3.00 | 1.93 | 5.00 | 5.00 | 2.30 |
| 오징어 채낚기 | 1.04 | 2.14 | 5.00 | 4.71 | 1.55 | 1.87 |
| 대구저연승 | 1.59 | 5.00 | 4.73 | 1.00 | 2.15 | 1.16 |
| 꽁치봉수망 | 1.17 | 3.80 | 3.99 | 4.40 | 1.41 | 1.06 |
| 대서양 외줄낚시 | 1.38 | 2.10 | 3.32 | 3.00 | 1.92 | 2.99 |

〈표 4〉 투입요소와 산출물의 통계량

| | FTA피해 | 연안국 규제 | 입어료 부담 | 조업 경쟁여건 | 경영 수익성 | 어족자원 (쿼터) |
|------|-------|-----------|-----------|------------|-----------|--------------|
| 최대 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| 최소 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 평균 | 1.80 | 2.92 | 3.29 | 3.15 | 1.98 | 2.17 |
| 표준편차 | 1.20 | 1.17 | 1.29 | 1.43 | 1.12 | 1.20 |

어료 부담은 오징어채낚기, 그리고 조업경쟁여건은 참치선망에 영향력이 크고, 수치가 클수록 바람직한 출력요소인 어족자원(쿼터)의 경우는 북양트롤에서 그 심각도가 크다는 사실을 알 수 있다. 한편, 〈표 4〉는 선정된 투입요소와 출력물에 대한 통계치를 정리한 것이다.

3. 자료포락 분석 결과

본 연구에서는 DEA 수행을 위해 투입 지향의 BCC모형을 적용하였다. 그리고 BCC 모형의 선형계획 문제를 해결하기 위해 SAITECH Inc.의 DEA - Solver LV (Cooper et al., 2007)을 활용하였다. 〈표 5〉는 투입지향의 DEA - BCC모형을 수행한 결과다. 결과를 보면 북양트롤(합작), 기지트롤(포클랜드), 기지트롤(인도네시아), 참치연승, 참치선망, 대구저연승 업종이 상대적으로 효율적 상태에 있음을 알 수 있다. 한편, 본 연구에서 '효율적'이라 하는 개념은 일반적인 DEA에서 일컫는 효율 개념과 다소 차이가 있는 것에 주의할 필요가 있다. 즉, 일반적으로 DEA에서는 투입되는 자원을 입력요소로, 성과 요소를 출력요소로 고려하는 것과 달리 본 연구에서는 각 요소의 내용에 관계없이 해당 요소 값이 낮을수록 바람직한 항목을 입력요소로, 높을수록 바람직한 항목을 출력요소로 함으로써 결과적으로 우수한 조업여건의 DMU가 DEA 분석 결과에서 '효율적'으로 나타나도록 한 것이다. 따라서 DEA분석 결과 '효율적' DMU로 분석된 업종은 단순히 효율적으로 단정하는 것보다는 해당 업종의 경영여건이 타 업종에 비해 '상대적으로' 양호한 것으로 보면 된다. 아울러, 입력요소의 항목에 현재의 업황 보다는 장래 상황을 나타내는 항목이 다수 포함되어 있다는 점을 고려한다면 이들 효율성 판정 결과를 현재 상황 뿐 아니라 장래의 상황을 종합적으로 고려해 볼 때 예측되는 효율성으로 볼 수 있다.

효율값의 크기를 기준으로 할 때 효율적 업종의 뒤를 대서양 외줄낚시, 오징어 채낚기 등이 따르고 있음을 알 수 있으며, 기지트롤(대서양), 북양트롤, 콩치봉수망, 기지트롤(인도양)의 순으로 경쟁력이 낮은 것으로 나타났다. 한편, 〈표 5〉의 맨 우측 열은 DEA - BCC모형을 통해 비효율적 업종이 벤치마킹 대상으로 참고해야 할 준거 DMU를 나타낸

다. 그 예로 오징어 채낚기 업종은 참치연승과 참치선망을 참조한 가상의 업종을 상정해 볼 때 이 업종에 비해 상대적으로 비효율적으로 운영하고 있음을 의미한다.

한편, < 표 6 > 은 현 상태와 효율적 상태의 차이를 보여준다. 여기서 효율적 상태로 분류된 업종의 경우 그 차이가 없지만, 비효율적 업종의 경우 그 차이가 존재하며 그 차이를 통해 개선 방향을 파악해 볼 수 있다. 가령, 북양트롤의 경우 효율적 DMU에 비해 FTA피해가 < 표 3 > 과 같은 (1~5)범위의 자료를 기준으로 0.365정도 크고, 연안국 규제는 0.395초과, 입어료 부담은 0.720, 조업경쟁여건은 0.274정도 나쁜 상태이며, 경영수익성과 쿼터확보 상황은 0.547과 0.157정도 낮은 수준임을 의미한다. 물론 여기서 감소시키는 것이 바람직한 것으로 나타난 연안국 규제와 입어료 부담, 그리고 조업 경쟁여건의 변수는 통제 가능한 변수가 아니다. 따라서 위에서 언급한 바와 같이 이들 요소값을 감소시켜 가상의 DMU를 새로 만들 수는 없는 노릇이며, 따라서 일반적인 DEA분석의 경우와 동일한 방식으로 그 결과를 해석할 수는 없을 것이다. 그러나

< 표 5 > 자료포락분석 결과

| DMU(업종) | 효율성 (사업전망지수) | 효율 여부 | 순위 | 참조 DMU |
|-----------------|-----------------|----------|----|--|
| 북양트롤 | 0.848 | | 11 | 북양트롤(합작), 기지트롤(포클랜드), 기지트롤(인도네시아), 대구저연승 |
| 북양트롤 (합작) | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 기지트롤 (대서양) | 0.700 | | 12 | 북양트롤(합작), 기지트롤(인도네시아), 참치연승 |
| 기지트롤 (포클랜드) | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 기지트롤 (인도양) | 0.944 | | 9 | 기지트롤(포클랜드), 참치연승, 참치선망 |
| 기지트롤 (인도네시아) | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 참치연승 | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 참치선망 | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 오징어채낚기 | 0.957 | | 8 | 참치연승, 참치선망 |
| 대구저연승 | 1.000 | ○ | 1 | - |
| 꽁치붕수망 | 0.871 | | 10 | 기지트롤(포클랜드), 참치연승, 참치선망 |
| 대서양 외줄낚시 | 0.996 | | 7 | 북양트롤(합작), 기지트롤(포클랜드), 기지트롤(인도네시아), 참치연승, 참치선망 |

원양어업의 효율성 평가를 위한 자료포락 분석 모형

〈표 6〉 현 상태와 효율적 상태의 차이

| 입출력요소 | 입출력요소 | 현상태 | 효율적 상태 | 차이 | 차이비율 |
|-----------------|--------|-------|--------|---------|----------|
| 북양트롤 | FTA피해 | 2.399 | 2.034 | - 0.365 | - 15.21% |
| | 연안국규제 | 2.600 | 2.205 | - 0.395 | - 15.21% |
| | 입어료부담 | 4.733 | 4.013 | - 0.720 | - 15.21% |
| | 조업경쟁여건 | 1.800 | 1.526 | - 0.274 | - 15.21% |
| | 경영수익성 | 1.254 | 1.801 | 0.547 | 43.67% |
| | 쿼터 | 1.000 | 1.157 | 0.157 | 15.73% |
| 북양트롤(합작) | FTA피해 | 5.000 | 5.000 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 1.400 | 1.400 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 3.987 | 3.987 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 2.038 | 2.038 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 1.164 | 1.164 | - | 0.00% |
| 기지트롤 (대서양) | FTA피해 | 3.562 | 2.209 | - 1.353 | - 37.98% |
| | 연안국규제 | 3.400 | 2.381 | - 1.019 | - 29.97% |
| | 입어료부담 | 2.867 | 2.008 | - 0.859 | - 29.97% |
| | 조업경쟁여건 | 4.000 | 2.801 | - 1.199 | - 29.97% |
| | 경영수익성 | 1.166 | 2.172 | 1.006 | 86.27% |
| | 쿼터 | 2.157 | 3.522 | 1.365 | 63.27% |
| 기지트롤 (포클랜드) | FTA피해 | 1.085 | 1.085 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 2.333 | 2.333 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 4.111 | 4.111 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 1.667 | 1.667 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 1.648 | 1.648 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 1.049 | 1.049 | - | 0.00% |
| 기지트롤 (인도양) | FTA피해 | 1.067 | 1.008 | - 0.059 | - 5.57% |
| | 연안국규제 | 3.667 | 1.139 | - 2.527 | - 68.93% |
| | 입어료부담 | 2.244 | 1.295 | - 0.949 | - 42.30% |
| | 조업경쟁여건 | 4.333 | 4.092 | - 0.241 | - 5.57% |
| | 경영수익성 | 1.092 | 1.092 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 2.576 | 4.613 | 2.037 | 79.10% |
| 기지트롤 (인도네시아) | FTA피해 | 1.353 | 1.353 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 4.600 | 4.600 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 1.560 | 1.560 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 2.556 | 2.556 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 3.519 | 3.519 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 3.761 | 3.761 | - | 0.00% |
| 참치연승 | FTA피해 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 4.333 | 4.333 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 5.000 | 5.000 | - | 0.00% |

〈표 6〉 현 상태와 효율적 상태의 차이(계속)

| 입출력요소 | 입출력요소 | 현상태 | 효율적 상태 | 차이 | 차이비율 |
|-------------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 참치선망 | FTA피해 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 3.000 | 3.000 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 1.933 | 1.933 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 5.000 | 5.000 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 5.000 | 5.000 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 2.297 | 2.297 | - | 0.00% |
| 오징어 채낚기 | FTA피해 | 1.045 | 1.000 | -0.045 | -4.27% |
| | 연안국규제 | 2.143 | 1.274 | -0.869 | -40.53% |
| | 입어료부담 | 5.000 | 1.128 | -3.872 | -77.44% |
| | 조업경쟁여건 | 4.714 | 4.425 | -0.290 | -6.14% |
| | 경영수익성 | 1.549 | 1.549 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 1.865 | 4.629 | 2.764 | 148.20% |
| 대구 저연승 | FTA피해 | 1.595 | 1.595 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 5.000 | 5.000 | - | 0.00% |
| | 입어료부담 | 4.733 | 4.733 | - | 0.00% |
| | 조업경쟁여건 | 1.000 | 1.000 | - | 0.00% |
| | 경영수익성 | 2.153 | 2.153 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 1.164 | 1.164 | - | 0.00% |
| 꽁치 붕수망 | FTA피해 | 1.168 | 1.018 | -0.151 | -12.92% |
| | 연안국규제 | 3.800 | 1.410 | -2.390 | -62.89% |
| | 입어료부담 | 3.987 | 1.702 | -2.284 | -57.30% |
| | 조업경쟁여건 | 4.400 | 3.832 | -0.568 | -12.92% |
| | 경영수익성 | 1.406 | 1.406 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 1.060 | 4.005 | 2.945 | 277.85% |
| 대서양 외줄낚시 | FTA피해 | 1.381 | 1.376 | - | 0.00% |
| | 연안국규제 | 2.098 | 2.091 | -0.007 | -0.36% |
| | 입어료부담 | 3.316 | 2.439 | -0.877 | -26.46% |
| | 조업경쟁여건 | 3.000 | 2.989 | -0.011 | -0.36% |
| | 경영수익성 | 1.917 | 1.917 | - | 0.00% |
| | 쿼터 | 2.990 | 2.990 | - | 0.00% |

〈표 5〉의 DEA분석 결과는 각 요소 값에 대해 어느 정도 개선의 필요성이 있는 지를 계량적으로 보여주는 좋은 실증자료가 될 것이다.

이상의 분석 결과에서 도출된 효율성 순위에서는 다수의 업종을 동일하게 ‘효율적’ 상태로 판정함으로써 정확한 순위를 도출하는 데는 한계가 있다. 그러나 여기서 얻는 결과는 평가 요소에 대한 상대적 가중치 정보를 활용하지 않고도 수행해 볼 수 있는 보수적 관점의 예비 분석으로서 의의가 있다고 판단된다. 즉, 평가 요소별 가중치 값에 관계없이 기지트롤(대서양), 북양트롤, 꽁치붕수망, 기지트롤(인도양) 등의 업종은 타 업종에 비해 훨씬 열악한 상태에 있음을 확인할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 원양어업의 감척정책 수립에 앞서 원양어업의 개별 업종별 상대적 효율성 지수의 추정을 위한 계량적 방법으로 자료포락분석(DEA)을 소개하고 그 적용 결과를 제시하였다. 여기서 활용한 DEA는 함수접근법, 생산성지수법, 비율분석법 등과 같은 전통적인 효율성 평가 방법과 달리 상이한 단위를 갖는 다수의 투입물과 산출물을 동시에 고려하는 과정에서 발생할 수 있는 단위변환의 어려움을 해결함과 동시에 입출력 요소에 대한 가중치 정보 없이도 업종별 효율성의 추정을 가능케 했다는 측면에서 효과적인 방법으로 판단된다.

DEA모형을 위해 원양어업 업종의 경쟁력에 영향을 주는 요소로는 경영수익성 외에 향후 한미FTA로 인한 영향, 연안국규제, 쿼터확보어려움, 입어료부담, 조업경쟁여건 등을 고려했으며, 이 들 중 경영수익성과 쿼터확보를 출력요소로 나머지 요소를 입력요소로 한 DEA모형을 통해 개별 업종에 대한 상대적 효율성 지수를 추정하였다. 그 결과 북양트롤(합작), 기지트롤(포클랜드), 참치연승, 참치선망, 대구저연승 업종이 타 업종에 비해 상대적으로 양호한 여건에 있는 것으로 나타났고, 기지트롤(대서양), 북양트롤, 콩치붕수망 등은 상대적으로 더 열악한 경쟁력을 갖고 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서 적용한 DEA접근법은 입출력 요소에 대한 가중치 정보를 반영하지 않은 상태에서 매우 보수적인 관점의 효율성 추정 결과를 제시한다는 점에서 의의가 있지만, 평가 요소에 대한 중요도 정보가 정확히 산정될 경우 이를 활용해서 업종별 순위를 산정해 볼 수도 있을 것이다. 이를 위해서는 네트워크의사결정(Analytic Network Process)이나 DEA의 확장모형인 교차효율분석, Super Efficiency 등에 대한 적용 방법을 연구할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- 손승태, 국내은행의 경영효율성 비교분석, 한국개발연구원, 1993, pp. 29 - 33.
- 안태식, “은행영업점의 성과평가방법으로서의 DEA: 테스트와 비교,” 경영학 연구, 제21권 제1호, 1991, pp. 71 - 102.
- 유금록, 공공부문의 효율성 측정과 평가, 대영문화사, 2004, pp. 13 - 18.
- 해양수산부, 근해어선감척사업 제도개선에 관한 용역 보고서, 2007(a), pp. 49 - 116.
- _____, 원양어업 경영실태조사에 관한 연구 보고서, 2005, pp. 20 - 27.
- _____, 한미FTA협상결과 및 국내대책 발표자료, 2007(b), p. 18.
- 한국해양수산개발원, 한미FTA 수산분야 예상피해 - 주요품목 설명자료, 2007, pp. 1 - 21.
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., “Some Models for the Estimation of Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984, pp. 1078 - 1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., “Measuring Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operations Research*, Vol. 2, Issue 6, 1978, pp. 429 - 444.
- Coelli, T., Rao, D.S.P., and Battese, G. E., *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 133 - 181.
- Coelli, T. and Perelman, S., “An introduction to efficiency of public and private ownership in the rail industry: the case of Swiss private railways”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 33, 1998, pp. 241 - 252.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., and Tone, K., *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA - Solver Software*, Springer, 2007, pp. 87~475.
- Evans, G. W., “An Overview of techniques for solving multiobjective mathematical programs”, *Management Science*, Vol. 30, No. 11, 1984, pp. 1268 - 1282.
- ILOG, *ILOG CPLEX C++ API 9.0 Reference Manual*, 2003, pp. 25~27.
- Sami, E. M. and Risto, L., “Data envelopment analysis: Visualizing the results”, *European Journal Operational Research*, Vol 85, 1995, pp.700 - 710.
- Seiford L. M and Thrall R. M., Recent development in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis, *Journal of Econometrics*, Vol. 46, 1990, pp. 7 - 38.
- Steuer, R. E., *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Application*, John Wiley & Sons, 1986, pp. 1 - 5.

A Data Envelopment Analysis Model for Evaluation of Efficiency of Deep-Sea Fishing Industry

Kim, Jae-Hee, Choi, Kang-Deuk and Kim, Soo-Kwan

Abstract

In Korea, deep – sea fishing industry is faced with pressure of being thrown out of business, because of the upcoming unfavorable business conditions such as the fishing regulation of coastal countries, KORea – US Free Trade Agreement(KORUS FTA), and the other socio – economic changes. Hence, we present an evaluation of future business competitive for the deep – sea fishing industry so that the government can develop a concession plan for the deep – sea fishing industry by utilizing the results of this study.

In efficiency analysis of deep – sea fishing industry, the decision maker may have two problems: (1) how to deal with multiple inputs and outputs of deep – sea fishing industry and (2) how to assign the weights on different inputs and outputs. In this paper, we proposed to use Data Envelopment Analysis (DEA) to estimate efficiency of deep – sea fishing industry with multiple inputs and outputs. In the DEA, The direct impact of KORUS FTA, fishing regulation of coastal countries, fishing charges, and competitive fishing conditions were used as input parameters while the profitability and secured fishing quarters, as outputs. The results of DEA – BCC model indicate that 6 out of 12 DUMs have better efficiency under variable return to scale assumption.

key words : Efficiency, Data Envelopment Analysis, BCC, Deep – sea fishing industry