

퍼지로직과 DEA를 이용한 RCC/RSC별 운영효율성 평가

장운재* · 김종수**

* 일본 고베대학교 , ** 목포해양대학교 해상운송시스템학부

Evaluation of Operation Efficiency in the Korean RCC/RSC Using Fuzzy-Logic and DEA

Woon-Jae Jang* · Jong-Soo Keum**

* Faculty of Maritime Sciences, Kobe University

** Division of Maritime transportation system, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 본 연구는 우리나라 RCC/RSC의 효율성을 2개의 투입자료와 4개의 산출자료를 이용하여 DEA법을 이용하여 측정하였고, 정성적 자료는 전문가의 설문 및 면접결과로 평가하였다. 또한, 이러한 자료를 통합하기 위한 방법은 의사결정지원시스템인 퍼지로직을 적용하였고, 이 평가방법을 이용하여 RCC/RSC의 운영효율성의 우선순위를 평가하였다. 그 결과 목포, 제주, 부산, 통영, 인천, 여수, 동해, 울산, 포항, 속초, 태안, 완도, 군산RSC 순으로 효율성이 높은 것으로 나타났다.

핵심용어 : 운영 효율성, DEA, 전문가 평가, 퍼지로직, RCC, RSC

Abstract : This paper aims to evaluate the operation efficiency of Korean RCC(Rescue Co-ordination Center)/RSC(Rescue Sub-Center) using DEA(Data Envelopment Analysis). for this evaluation, this paper use the quantitative data for DEA analysis with two inputs and four outputs and a qualitative data analysis with the use of expert assessment. The tool for integrating heterogeneous data is fuzzy logic model to decision support system. In this paper, therefore, RCC/RSC evaluates the priority for operation efficiency. The result are found as order as Incheon, Mokpo, Jeju, Donghae, Busan, Pohang, Yosu, Sokcho, Tongyeong, Ulsan, Taean, Gunsan RSC.

Key words : operation efficiency, Data Envelopment Analysis, expert assessment, RCC((Rescue Co-ordination Center), RSC(Rescue Sub-Center)

1. 서론

해상에서 안전성을 증대시키기 위해서는 안전과 관련된 인력과 장비, 물자를 확보하는 등 양적인 확대도 중요하지만 질적인 측면에서의 운영효율성 제고도 중요하다. 이러한 양적인 확대를 위해 해역의 안전성을 평가하는 연구는 활발히 이루어지고 있으나(금과, 장, 2004a) 상대적으로 질적인 측면에서의 운영효율성에 대한 연구는 미비하다. 따라서 이러한 해상 수색구조의 RCC/RSC에 대한 운영효율성을 평가하여 비효율적으로 평가된 RCC/RSC가 효율적인 RCC/RSC를 벤치마킹하여 효율성을 개선하게 되면 보다 적은 투입자원으로 보다 많은 해양사고와 오염사고 및 해상범죄에 대응할 수 있게 된다.

우리나라의 해상 SAR 조직은 수난구조업무의 상설 총괄조정기관인 중앙구조조정본부(해양경찰청)와 상설집행기관인 구조조정본부(Rescue Co-ordination Center, RCC), 구조지부(Rescue Sub-Center, RSC)로 크게 나눌 수 있으며 합정단위인 구조대(Rescue Unit, RU)를 운용

중에 있으며, 협력기관 및 단체는 중앙 및 지역수난구조대책위원회가 있어 긴밀한 협력체제를 구축하고 있다. 운영효율성을 측정하는 방법으로는 DEA(Data Envelopment Analysis)법이 널리 알려져 있으며(Thanassoulis, 1995; Sun, 2002; 末吉, 2001), 선행연구(금과 장, 2004b)에서도 DEA법을 이용하여 우리나라 RCC/RSC를 대상으로 효율성을 분석하였다. 선행연구에서 이용한 DEA법의 특징은 정량적인 자료를 바탕으로 조직의 운영에 대한 대표적인 변수를 추출하여 효율 또는 비효율성을 판별할 수 있게 해 준다는 점에 있다.

한편, RCC/RSC의 운영효율성을 평가할 때에는 정량적인 자료뿐만 아니라 정성적인 자료도 중요한 요소이다. 그러나 정량화된 자료를 이용하여 평가하는 기법이므로 무엇보다도 자료의 정확성이 요구된다. 또한 평가요소 중 가능한 가장 대표적인 요소를 추출해야하며, 정량화하기 다소 어려운 정성적인 변수를 고려할 수 없는 단점을 가지고 있다. 이런 경우 전문가의 주관적 판단에 의한 정성적인 자료로는 전문가의 설문과 면접에 의한 리커트척도법(Nanna and Sawilowsky , 1998) 을 이용하여 정량화하여 표현할 수 있다. 한편, 각각의 효율성을 측정하여

* 종신회원, jwj98@mmu.ac.kr

**종신회원, jskeum@mmu.ac.kr 061)240-7075

종합적인 효율성을 평가하기 위해서는 정량적 자료에 의한 효율성과 정성적 자료에 의한 효율성을 모두 고려하여 평가할 수 있는 방법이 필요하다. 또한, 인간이 수행하는 평가에 있어서는 많은 애매성이 존재하기 때문에 의사결정자의 정보를 포함하는 애매성을 고려하여 평가할 필요가 있다. 이러한 전문가의 애매성을 고려한 방법으로는 퍼지로지이 일반적으로 널리 알려져 있다(금과장, 2004a).

따라서 본 연구에서는 DEA법을 이용하여 RCC/RSC의 효율성을 측정된 선행연구의 정량적 효율치와 전문가의 설문 및 면접조사를 통해 리커트척도법을 이용한 정성적 효율치를 통합하고 퍼지로직을 이용하여 우리나라 RCC/RSC의 종합적인 운영효율성을 평가하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 퍼지로지(fuzzy logic)

일반적으로 시스템의 특성이 복잡하여 정량적인 방법으로 해석하기 어렵거나 정보가 정성적이고 부정확한 경우에는 퍼지이론을 이용한다. 본 연구에서 이용하는 퍼지이론은 퍼지로지이며, 이 이론은 입력자료를 퍼지화한 다음 퍼지추론을 통해 결과를 도출한 후 결과를 비퍼지화하여 크리스프(crisp)값으로 나타내게 된다(Zadeh, 1976).

퍼지규칙은 일반적으로 IF-THEN 형식으로 나타낼 수 있으며 퍼지추론(fuzzy inference)이란 어떤 주어진 규칙으로부터 새로운 관계나 사실을 유추해 나가는 일련의 과정이다. max-min 추론을 사용하여 입력변수 2, 출력변수 1인 시스템을 구성하면 Mamdani의 min연산은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

Input : x is A' AND y is B'
 R^1 : IF x is A_1 AND y is B_1 , THEN z is C_1
 OR R^2 : IF x is A_2 AND y is B_2 , THEN z is C_2

 OR R^n : IF x is A_n AND y is B_n , THEN z is C_n

Conclusion : z is C

$$R_C : \mu_C(z) = \bigwedge_{i=1}^n [\mu_{A_i}(x_0) \wedge \mu_{B_i}(y_0)] \wedge \mu_{C_i}(z) \quad (1)$$

여기서 A', B' : 효율성에 대한 퍼지집합

A_i, B_i, C_i : 퍼지규칙의 변수 x, y, z에 대한 퍼지집합

C : 종합적인 효율성에 대한 퍼지집합

R_C : Mamdani의 min 연산규칙

$\mu_{C_i}, \mu_{A_i}, \mu_{B_i}$: 퍼지집합 C_i, A_i, B_i 에 대한 소속

함수값

x_0, y_0 : 효율성의 실제 입력값

\bigvee, \bigwedge : 논리합(max 연산), 논리곱(min 연산)

$\bigvee_{i=1}^n$: 논리합의 합성,

R^i : 퍼지규칙(fuzzy rule)의 번호

위와 같은 방법을 통하여 얻어진 결과 값은 퍼지 값이므로 효율성을 수치화해서 나타내기 위해서는 비퍼지화 과정을 거치게 된다. 비퍼지화는 무게중심법을 이용하여 산출하였다.

2.2 DEA법

본 연구에서 사용하는 RCC/RSC의 운영효율성은 투입과 산출에 관련된 모든 요소를 동시에 고려하고, 투입요소들에 대해 최대산출을 생산하는 조직과 비교하여 그 외 조직의 효율성을 상대적으로 측정하는 방식이다(Drakes and Simper, 2003). DEA에 의한 운영효율성의 방법은 전체 기술적 효율성(Constant Returns to Scale: CRS) 순수기술적 효율성(Variable Returns to Scale: VRS)등이 있다. 그러나 RCC/RSC 운영효율성을 분석한 선행연구(금과 장, 2004b)에서 투입/산출자원에 의한 비효율성이 높은 것으로 나타났으므로 본 연구에서는 CRS에 의한 효율치를 이용하고자 한다.

DEA법은 유사한 다수 투입요소를 사용하여 유사한 다수 생산물을 얻기 위해 유사한 기술을 사용하는 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)들 간의 상대적 효율성을 측정하기 위한 선형계획법이다. 13개의 RCC/RSC의 효율성을 측정하기 위한 어떤 대상 RCC/RSC를 DMU_o로 표기한다. 즉, 어떤 DMU_o의 상대적 효율성의 척도(ho)는 투입요소의 가중합에 대한 산출요소의 가중합의 비율의 극대값으로 표현되며, 이때 제약조건은 평가되는 DMU_o를 포함한 모든 DMU의 효율성 값이 '1'과 같거나 혹은 '1'보다 작아야 한다는 것이다. 어떤 DMU_o의 효율성을 측정하는 방법을 선형계획모형으로는 식(2)와 같이 나타낼 수 있다(Drakes and Simper, 2003).

$$MAX \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (2)$$

제한조건

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0, (j = 1, 2, \dots, n, r = 1, 2, \dots, s, i = 1, 2, \dots, m)$$

여기서 x_{ij}, y_{ij} (모든 양수)는 각각 j 번째 DMU $_j$ 의 측정된 투입과 산출의 벡터를 나타낸다. 그리고 $u_r, v_i (> 0)$ 는 이 문제의 해 즉 참조집합, 최저기저벡터로 사용되는 DMU $_0$ 들의 표본자료에 의해 결정되는 변수의 가중치이다.

2.3 정성적 운영효율성 평가 방법

경비업무에 관한 정성적 효율성 평가를 위해 리커트 척도법을 이용하고자 한다. 이 방법은 응답자 중심의 대표적인 척도화 법으로 개인의 가치를 묻는 것을 중심으로 사회과학분야에서 성격, 적성 및 태도 등 정성적 가치를 평가하는 기법으로 널리 이용되고 있다(Nanna and Sawilowsky, 1998). 이 기법은 먼저 조사 분야에 대해 호의적 문항과 비호의적 문항을 선정하고, 선정된 분야에 대한 반응 카테고리를 평가대상에 따라 호의적/ 비호의적 또는 긍정적/ 부정적 등의 언어표현 정도를 나누는데 일반적으로 5단계로 나누어 응답자에게 체크하도록 한다. 따라서 본 연구에서도 경비업무에 대한 운영효율성의 정도를 5단계로 구분하여 운영효율성이 '가장 높다'에서 '가장 낮다'의 언어변수를 구성하고 각 언어변수의 사이에 공백을 두어 언어변수의 중간으로 하여 총 9개로 하였다. 한편, 리커트 척도법에서 점수의 환산은 대개 우호적인 부분은 높은 점수를 부여하고 비우호적인 부분일수록 낮은 점수를 부여하고 있고, 척도화 점수는 5, 5, 9, 11점 척도 등 여러 가지가 있으나 일반적으로 9점 척도법이 자주 이용되고 있기 때문에 본 연구에서도 9점 척도법을 이용하여 운영효율이 가장 높은 경우는 9점을 가장 낮은 경우는 1점으로 하였으며 1점씩 점수를 부여하였다.

3. RCC/RSC 운영효율성 평가 모델

3.1 운영효율성 퍼지 규칙 베이스

퍼지 규칙에서 조건부와 결론부의 언어적 변수는 퍼지 집합에 대응된다. 입력 퍼지변수가 결정되고, 그 변수의 개수에 따라 설계할 수 있는 제어규칙의 최대개수가 결정되면, 입력공간이 정의된다. 이 중 시스템의 특성을 고려하여 입력변수의 영역(range)을 나누어 그에 따라 제어규칙을 결정하게 된다. 본 연구에서는 RCC/RSC의 운영효율성에 대한 5개의 퍼지변수와 경비입무를 고려한 정성적 효율성의 퍼지변수를 5개로 구성하여 최종효율성에 대한 전체규칙의 수는 25개가 된다.

정량적 운영효율성(DEA)의 경우 멤버십 함수는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 DEA법에 의해 산출된 효율치를 기초로 해양수산관련 전문가 및 해양경찰 간부의 설문 및 면접조사를 이용하였다.

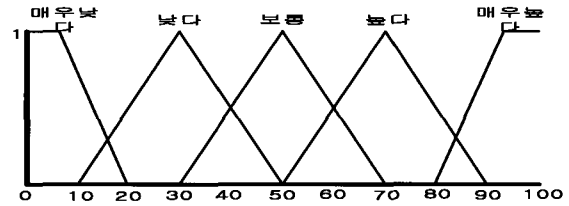


Fig. 1. Membership function of operation efficiency using DEA.

정성적 운영효율성(Likert scale: LS)의 경우 멤버십 함수는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 리커트척도법에 의해 산출된 점수를 기초로 해양수산관련 전문가 및 해양경찰 간부의 설문 및 면접조사를 이용하였다.

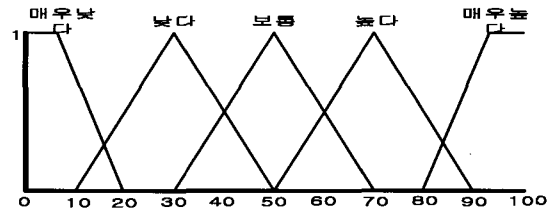


Fig. 2. Membership function of operation efficiency using Likert scale.

결론부의 종합적인 운영효율성(total operation efficiency: OE)은 Table 1, Fig. 3에서 보는 바와 같이 정량적 운영효율성과 정성적 운영효율성을 고려하여 “매우 낮다”에서 “매우 높다”까지 5개의 언어변수로 구성하였다.

Table 1. Risk Level expression

DEA법 \ 전문가	매우 높다	높다	중간	낮다	매우 낮다
매우 높다	VH	VH	H	H	H
높다	VH	VH	H	H	N
중간	H	H	N	N	L
낮다	H	N	N	L	VL
매우 낮다	H	N	L	VL	VL

주) Very High(매우 높다) : VH, High(높다) : H, Normal(중간) : N, Low(낮다) : L, Very Low(매우 낮다) : VL

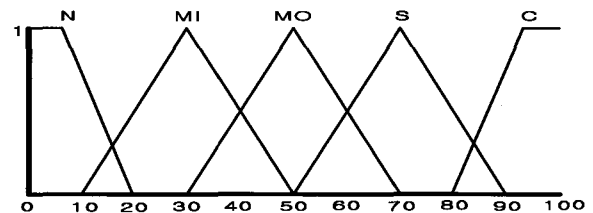


Fig. 3. Membership function of total operation efficiency.

따라서 종합적인 운영효율성 산출에 대한 25개의 추론 Rule중 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

- Rule 1: If DEA is VL and LS is VL, Then OE is VL
- Rule 2: If DEA is VL and LS is L, Then OE is VL
- Rule 3: If DEA is VL and LS is N, Then OE is V

3.2 운영효율성 종합평가 모델 수행절차

RCC/RSC별 운영효율성에 대한 종합평가 모델은 아래의 5단계이고, 수행절차는 Fig.4와 같이 나타낼 수 있다.

- 단계 1 : 투입/산출변수를 추출하여 DEA법에 의해 효율성을 측정한다.
- 단계 2 : 전문가에 의한 설문 및 면접조사를 토대로 리커트 척도법에 의해 효율성을 측정한다.
- 단계 3 : 운영효율성 종합평가를 위해 평가요소를 입력 및 퍼지화 한다.
- 단계 4 : 전문가의 지식기반과 자료 수집 분석에 의한 퍼지규칙 기반 수립 및 퍼지추론법을 수행한다.
- 단계 5 : 비퍼지화 및 운영효율성 종합평가 결과를 산출한다.

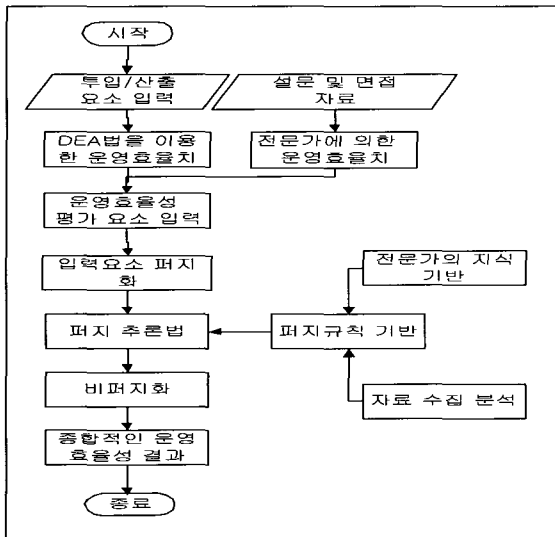


Fig. 4. Flow chart for evaluation model of Risk Level.

4. RCC/RSC 운영효율성 평가

4.1 평가 대상 RCC/RSC 관할해역 및 평가요소

우리나라의 수색·구조 관할해역은 13개 RCC/RSC (부산, 인천, 속초, 동해, 포항, 울산, 태안, 군산, 목포, 완도, 여수, 통영, 제주)가 각각 나누어 담당하고 있으며, 구체적인 범위는 Fig. 5과 같다.

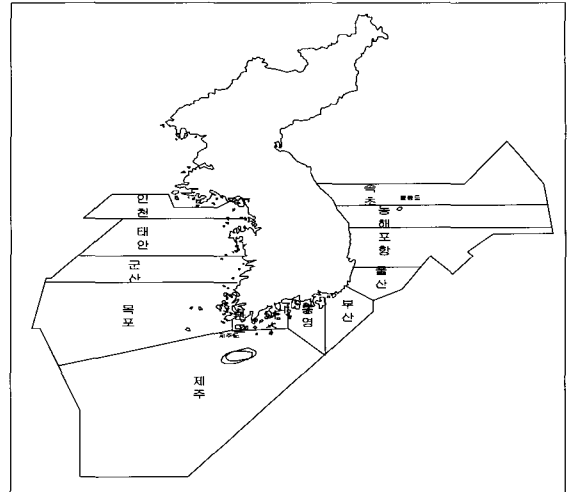


Fig. 5. The area for efficiency analysis.

평가요소는 정량적 요소와 정성적 요소로 크게 나눌 수 있는데 정량적 요소는 RCC/RSC별 운영효율성을 분석한 선행연구(금과 장, 2004b)에서 추출한 투입/산출 요소를 이용하였다. 투입요소는 대형, 중형, 소형 등 RCC/RSC별 전체 경비함정 척수와 형사기동정, 소방정, 방제정, 예인정 등 특수함정의 척수를 이용하였다. 산출 요소는 해양사고 발생척수, 해양오염사고 발생 건수, 해상범죄 발생건수, 관할면적 등을 이용하였다. 한편 정성적 요소는 전문가의 설문 및 면접조사를 이용하였다.

4.2 DEA법에 의한 운영효율성 평가

1) 투입/ 산출자료 및 운영효율성 측정

2003년 해양경찰청 통계자료를 이용하여 우리나라 RCC/RSC 전체에 대하여 식(2)를 사용하여 효율치를 산출한 결과 평균 효율치는 84.11% 나타났다. 우리나라 RCC/RSC 중 목포, 제주, 여수, 통영, 부산, 울산, 포항 RCC/RSC 등의 효율성이 100%로 나타나 다른 RCC/RSC에 비해 상대적으로 효율성이 높은 것으로 나타났다(금과 장, 2004b).

Table 2. Statistics and efficiency of RCC/RSC

구분	투입요소		산출요소				효율성 (%)
	경비합정 (척)	특수합정 (척)	해양 사고 (척)	해상 범죄 (건)	해양오염사고 (건)	관할면적 (km ²)	
인천	19	6	39	2,640	23	23,672	64.23
태안	11	8	21	2,839	14	25,384	69.52
군산	11	7	43	1,992	16	30,577	56.93
목포	13	5	93	4,703	24	39,365	100.00
완도	9	5	46	816	8	4,601	67.39
제주	13	5	90	1,257	27	247,437	100.00
여수	12	9	74	4,987	28	9,402	100.00
통영	15	12	123	4,832	36	9,234	100.00
부산	12	10	60	5,041	54	3,638	100.00
울산	10	4	39	1,808	25	5,998	100.00
포항	11	3	48	1,378	21	48,859	100.00
동해	8	3	21	810	9	44,302	54.10
속초	12	3	31	1,536	12	64,817	81.22
평균	12.00	6.15	56.00	2664.54	22.85	42868.15	84.11
최대값	19	12	123	5,041	54	247,437	100.00
최소값	8	3	21	810	8	3,638	54.10

2) 준거집단

준거집단은 비효율적인 RCC/RSC가 참조할 수 있는 모델을 의미하며 어느 정도 참조해야 하는지를 알 수 있다. Table 3은 비효율적인 RCC/RSC의 준거집단과 참조 정도를 나타내었다.

Table 3. Reference sets for inefficient RCC/RSC

비효율적 RCC/RSC	준거집단	참조정도
인천	제주, 부산	제주(0.22), 부산(0.47)
태안	제주, 부산	제주(0.33), 부산(0.40)
군산	제주, 부산	제주(0.26), 부산(0.31)
여수	제주, 부산	제주(0.29), 부산(0.55)
통영	제주, 부산	제주(0.33), 부산(0.68)
울산	제주, 부산, 포항	제주(0.10), 부산(0.13), 포항(0.49)
동해	제주, 부산, 포항	제주(0.23), 부산(0.07), 포항(0.36)

인천RCC의 경우 제주, 부산RCC와 비교할 때 상대적으로 비효율적인 것으로 측정되었으며, 이들 RCC/RSC중 가장 중요한 준거집단은 부산RCC이며 이때 참조정도는 부산RCC(0.47), 제주 RCC(0.22) 이다. 따라서 인천RCC는 주로 부산RCC를 참조하여 효율성 향상에 도움을 받을 수 있다.

4.3 전문가에 의한 운영효율성 평가

1) 경비임무에 관한 운영효율성

각 RCC/RSC는 구난업무 뿐만 아니라 경비임무에 비중이 높다. 따라서 대상 RCC/RSC의 운영효율성을 평가함에 있어 경비임무를 고려해야 할 것이다.

경비임무에 관한 효율성을 분석하기 위해서는 각 RCC/RSC별 대상합정의 검문검색횟수를 분석자료로 이용할 수 있다. 그러나 검문검색횟수에 관한 자료는 모호하여 각 RCC/RSC별로 수집하기가 어려울 뿐만 아니라, 모든 의사선박에 대해서는 검문검색하는 현재의 업무를 고려한다면 의사선박이라는 것이 주관성이 강하다.

따라서 본 연구에서는 해양경찰 간부(합정경험이 있는 경위급 이상) 5명에게 경비임무의 운영효율성에 관해 설문 및 면접조사를 하였다. 설문조사를 토대로 정성적인 운영효율성은 Table 4와 같이 산출하였고, 종합평가를 위하여 퍼지로직에 이용된 자료는 백분율로 산정한 점수를 이용하였다.

Table 4. The results of the expert assessment

구분	점수	백분율(%)	구분	점수	백분율(%)
인천	8.2	91.1	통영	5.9	65.6
태안	4.1	45.6	부산	6.0	66.7
군산	5.5	61.1	울산	4.8	53.3
목포	8.0	88.9	포항	4.2	46.6
완도	3.9	43.3	동해	7.6	84.4
제주	7.7	85.6	속초	4.0	44.4
여수	5.5	61.1			

Table 4에서 보이는 바와 같이 경비임무에 관한 운영효율성은 인천 RCC가 8.2로 가장 높은 것으로 나타났으며 목포RCC가 8.0, 제주RCC가 7.7, 동해RCC가 7.6으로 비교적 높은 것으로 나타났다. 특히 서해쪽의 RCC가 높게 나타나고 있는데 이것은 최근 중국어선의 불법조업 단속을 위한 경비임무가 상대적으로 빈번하기 때문에 합정 가동율 대비 경비업무의 비율이 높아 운영효율성을 비교적 높이 평가한 것으로 판단된다.

2) 준거집단

정성적 운영효율성 평가에 대한 준거집단은 운영효율에 대한 만족도의 기준을 설정하여 설정기준 이상은 효율성을 1로 하고 설정기준 이하의 RCC/RSC는 준거집단에 대한 상대적 백분율 고려하였다. 운영효율성의 만족도를 80%로 설정하면 참조정도는 Table 5와 같다.

Table 5. Reference sets for inefficient RCC/RSC by the expert assessment

비효율적 RCC/RSC	참조정도	준거집단
태안	인천(0.50), 목포(0.50), 제주(0.53), 동해(0.54)	인천, 목포, 제주, 동해
군산	인천(0.67), 목포(0.69), 제주(0.71), 동해(0.72)	
완도	인천(0.48), 목포(0.49), 제주(0.51), 동해(0.51)	
여수	인천(0.67), 목포(0.69), 제주(0.71), 동해(0.72)	
통영	인천(0.72), 목포(0.74), 제주(0.77), 동해(0.78)	
부산	인천(0.73), 목포(0.75), 제주(0.78), 동해(0.79)	
울산	인천(0.59), 목포(0.60), 제주(0.62), 동해(0.63)	
포항	인천(0.51), 목포(0.52), 제주(0.54), 동해(0.55)	
속초	인천(0.49), 목포(0.50), 제주(0.52), 동해(0.53)	

즉, 태안RSC는 인천, 목포, 제주, 동해RCC에 비해 상대적으로 비효율적이며 참조정도는 인천RCC(0.50), 목포RCC(0.50), 제주RCC(0.53), 동해RCC(0.54)가 된다.

4.4 운영효율성 종합평가 및 개선안

우리나라 수색·구조 해역에 대한 2003년 RCC/RSC별 최종 효율성은 Table 6에서 보이는 바와 같이 목포RCC가 92.11%로 가장 높게 나타났고, 제주, 부산, 통영, 인천, 여수, 동해, 울산, 포항, 속초, 태안, 완도, 군산RSC의 순으로 높게 평가되었다.

Table 6. Total operation efficiency for RCC/RSC

구분	종합평가(%)	순위	구분	종합평가(%)	순위
인천	81.65	5	통영	83.47	4
태안	69.27	11	부산	85.18	3
군산	66.04	13	울산	72.23	8
목포	92.11	1	포항	70.00	9
완도	66.33	12	동해	73.71	7
제주	91.42	2	속초	70.00	9
여수	78.38	6			

Table 6에서 보이는 바와 같이 효율성이 비교적 낮게 평가된 태안 RSC의 경우 정량적 효율성 평가치 69.52%, 정성적 효율성 평가치 45.6%로 나타났으며 퍼지로직에 의한 전체 운영효율성치는 69.27%로 나타났다. 따라서 태안 RSC가 운영효율성의 개선을 위해서는 먼저 정량적인 운영효율성 보다 정성적 운영효율성에 대한 개선이 시급함을 알 수 있다. 또한 정성적 운영효율성에 대한 참조정도는 인천RCC(0.50), 목포RCC(0.50), 제주RCC(0.53), 동해RCC(0.54)이다. 이와 동일한 방법으로 비교적 운영효율성이 낮게 평가된 군산, 완도RSC는 비교적 높게 평가된 목포, 제주, 부산RCC의 운영법을 참고로 할 필요가 있다.

한편 준거집단에 대한 참조정도는 수치상 결과이므로 현실적으로 적용시에는 정성적 운영효율성 평가에서 비효율적으로 운용중인 RCC/RSC는 함정 가동율을 높여 경비업무를 강화하는 전략을 구사할 수 있다. 그러나 이 경우 RCC/RSC 종사자의 사기나 복지에 대한 부분을 충

분히 고려해야 할 것이다.

정량적 효율성에 대한 개선은 과잉 투입되고 있는 경비함정을 다른 RCC/RSC의 경비함정과 교호 운용하는 방안을 강구해볼 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한, 과잉 투입에 비해 과소 산출되고 있는 해상범죄와 해양오염사고, 관할면적에 대해서는 이러한 업무가 효율적으로 운용되고 있는지, 관할범위가 적절한지 등을 제고할 필요가 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 해상에서 안전성을 증대시키기 위한 한 방안으로 RCC/RSC의 운영효율성을 평가하는 방법을 제안하였다. 이를 위해 본 연구는 DEA법에 의해 산출된 운영효율성과 전문가에 의한 산출된 운영효율성을 퍼지추론법을 이용하여 RCC/RSC의 종합적인 운영효율성을 측정하였다. 그 결과 종합적인 운영효율치는 정량적·정성적 효율성이 모두 높게 나타난 목포, 제주RCC 등이 비교적 효율이 높은 것으로 평가되었고, 정량적·정성적 효율성이 낮게 평가된 완도, 군산RSC 등은 비교적 효율성이 낮은 곳으로 평가되었다. 따라서 비교적 운영효율성이 낮게 평가된 완도, 군산 RSC는 비교적 높게 평가된 목포, 제주RCC 등의 운영법을 참고로 할 필요가 있다. 비교적 높게 평가된 목포, 제주RCC는 정량적 효율성 평가에 있어서는 목포RCC는 해상범죄와 해양사고건수가 높고, 제주RCC는 관할면적이 상대적으로 높기 때문이며, 정성적 효율성의 평가에 있어서는 두 RCC모두 경비임무의 효율성이 높기 때문이다.

본 연구는 DEA법에 정성적인 자료까지 포함하여 종합적인 운영효율성을 측정할 수 있는 방법을 제시하였는데 의의가 있다.

본 연구의 한계는 전문가에 의한 정성적 운영효율성 평가에 전문가 집단의 수가 적어 본 연구결과를 일반화하기에는 다소 무리가 있다. 따라서 향후 연구에서는 평가내용의 경우 정성적 변수를 좀 더 보완하여 경비임무 뿐만 아니라 해양경찰의 다각적인 업무를 모두 고려하여 평가를 해야 할 필요가 있다. 평가방법에서는 정성적 평가요소의 중요도에 대한 가중치를 좀 더 객관적으로 부여하는 방법과, 평가방법에 있어 평가요소간의 애매성을 고려하여 평가하는 확장연구가 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 김중수·장운재(2004a), 해양사고 피해규모에 의한 수색구조구역의 위험수준 평가, 한국항해항만학회지, 제28권 10호, pp. 39-48.

- [2] 김중수·장운재(2004b), RCC/RSC별 운영효율성 분석, 한국항해항만학회지, 제29권 3호, pp. 215-220.
- [3] 末吉俊幸(2001), DEA京營效率分析法, 潤倉書店, pp. 1-57.
- [4] Drakes L., R. Simper(2003), The measurement of English and Welsh police force efficiency; a comparison of distance function model, European journal of operational Research, 158, pp.165-186.
- [5] Nanna N. J., S. S. Sawilowsky(1998), Analysis of Likert Scale Data in Disability and Medical Rehabilitation Research, Psychological Methods, Volume 3, Issue 1, pp. 55-67.
- [6] Stern Z. S., A. Mehrez Y. Hadad(2000), An AHP/DEA methodology for ranking decision making units, International Transactions in operational research, 7, pp. 109-124.
- [7] Sun S.(2002), Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis, Socio-Economic Planning sciences, 36, pp. 51-71.
- [8] Thanassoulis E.(1995), Assessing police forces in England and Wales using Data Envelopment Analysis, European journal of operational Research, 87, pp. 57-641.
- [9] Zadeh L. A.(1976), A Fuzzy Algorithmic Approach to Definition of complex and Imprecise Concepts, Int.J.Man-machin Studies, Vol.8, pp. 249-291.

원고접수일 : 2006 년 6월 13일

원고채택일 : 2006 년 9월 25일