

IDEA를 이용한 탄약중대의 효율성 평가

배영민¹ · 김재희² · 김승권^{1*}

¹고려대학교 산업시스템정보공학과 / ²군산대학교 경영회계학부

Assessment of Ammunition Companies Using the IDEA Model

Youngmin Bae¹ · Jaehee Kim² · Sheung-Kown Kim¹

¹ Department of Industrial Systems and Information Engineering, Korea University, Seoul, 136-701

² School of Business Administration and Accounting, Kunsan National University, Kunsan, 573-701

In order to enhance sustainable war fighting capabilities, it is important to maintain a good ammunition support system. In this paper, we evaluate the performance of ammunition companies using Imprecise Data Envelopment Analysis (IDEA)-BCC and IDEA-Additive model, which can deal with imprecise data in DEA. The input variables of IDEA models were selected by stepwise multiple regression analysis. With the regression model, we could choose the number of soldiers, officers, and ammunition warehouses as input variables that have significant effects on the output performance. Then, we applied the IDEA-BCC model with the concept of potential efficiency. The results of the model indicate that 8 out of 16 ammunition companies are efficient, 7 are inefficient, and 1 is potentially efficient. We could also identify the possible input excesses and output shortfalls to reach the efficient frontier using the IDEA-Additive model.

Keyword: IDEA, ammunition company, regression analysis, potential efficiency, imprecise data

1. 서론

탄약은 전쟁비용의 3분의 2 이상을 차지하는 중요한 물자로, 전쟁을 승리로 이끌기 위해서는 탄약중대의 효율적인 운영이 매우 중요하다. 따라서 평시에 효과적이고 공정한 평가시스템을 통해 탄약중대의 효율성을 향상시킬 필요가 있다. 그러나 탄약중대 평가 시스템은 민간부분과 달리 비용 대 수익의 함수 관계를 정의하기 어렵고 그 산출물이 군의 조직적 / 환경적 특성에 기인한 다양한 서비스 형태로 나타나기 때문에 중요한 산출물을 규명하기 쉽지 않고 규명이 되더라도 그 측정단위가 상이할 뿐만 아니라 가격과 같은 가중치를 부여하기 어려운 특징을 가지고 있다. 또한 현재의 탄약중대 평가 방식은 항목별 취득점수를 단순 가중 합계함으로써 항목별 중요도 차이를

반영하지 못하고 결과적으로 변별력이 큰 일부항목의 취득점수에 따라 평가결과가 크게 좌우되는 문제가 있다. 즉, 어떤 평가 항목이 탄약중대 평가의 필수요소임에도 불구하고 중대 간 취득점수간의 차이가 작다면 그 항목은 상대평가 항목으로서 중요도가 절하 될 수 있다. 그 밖에도 투입자원의 크기를 고려하지 않고 산출물의 크기만을 고려함으로써 형평성에 위배된 점이 없지 않다. 따라서 군 탄약중대의 운영 효율을 분석하고, 비효율적인 조직에 대해서는 여러 투입이나 산출 요소 중 어느 측면에서 문제가 있는지를 객관적으로 측정 할 필요가 있다. 이를 위해 IDEA(Imprecise Data Envelopment Analysis)를 활용해서 탄약중대에 대한 효율성 평가를 수행하고 그 결과를 확인해 보고자 한다. 특히 본 논문에서는 IDEA를 활용해서 탄약중대의 투입요소 중 부정확한(Imprecise)자료를 포함하여 효율

*연락처 : 김승권 교수, 136-701 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 산업시스템정보공학과, Fax : 02-929-5888,

E-mail : kimsk@korea.ac.kr

2006년 04월 접수, 1회 수정 후 2006년 09월 게재확정.

성을 평가할 수 있도록 했으며 회귀분석을 통해 탄약중대 효율성 평가를 위한 입력변수를 선정했다. 그리고 효율적 운영 여부를 판정함에 있어 효율적 상태, 비효율적 상태의 이분법적 구분 대신 잠재적 효율(potential efficiency)의 개념을 활용함으로써 범위형 자료의 특성을 고려할 수 있도록 했다. 그 결과 각 탄약중대의 상대적 효율성 수치를 산정할 수 있었으며 비효율적 탄약중대의 개선을 위한 방향과 벤치마킹 대상을 찾을 수 있었다. 다음의 2장에서는 기존 연구를 고찰하고 3장에서는 IDEA-BCC모형과 IDEA-Additive모형의 세부 개념을 설명하고 4장에서는 탄약중대 효율성평가 문제에 IDEA모형을 적용하는 절차를 소개한다. 그리고 5장에서는 IDEA를 이용해서 탄약중대 효율성 측정된 결과를 분석하고 6장에는 결론을 수록하였다.

2. 기존 연구 고찰

지금까지 효율성을 평가하기 위해 다양한 방법이 활용되어 왔다. Cubbin and Tzanidakis(1998)는 회귀분석을 적용하여 영국과 웨일즈 지방의 수자원분야(Water Industry)에 대한 효율성을 측정하였다. 회귀분석은 입력과 출력간의 상관관계를 비교적 명확히 규명해준다. 출력 요소의 정확한 함수 형태를 정의하기 어려운 경우 적용이 적합하지 않을 수 있다. Frei and Harker (1999)는 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 적용하여 공정 수행(Process Performance)에 대한 효율성 평가를 하였다. AHP는 평가자의 개인적인 선호도를 객관적인 방법으로 정량화할 수 있으나 잘못 적용하면 평가자의 주관에 지나치게 좌우될 수 있다. 한편 DEA(Data Envelopment Analysis)는 은행(Schaffnit *et al.*, 1997), 철도(Coelli and Perelman, 1999), 발전소(Sueyoshi and Goto, 2001)등의 다양한 분야의 효율성 평가에 적용되어 왔다. DEA는 비모수적(Non-parametric) 방법으로 통계적 검증이 어렵고 각 의사결정 단위(Decision Making Unit, DMU)별로 각각의 선형계획(Linear Programming)모형을 풀어야 하는 번거로움이 따르지만 입력요소와 출력요소의 측정단위가 서로 상이하더라도 여러 요소들을 동시에 고려할 수 있고 비효율이 발생한 부분과 그 크기를 파악할 수 있다는 점에서 우수하다. 하지만 DEA의 기본 형태로는 범위형(bounded)이나 서열형(ordinary)자료 같은 부정확한(Imprecise)자료를 처리하는데 한계가 있다. IDEA는 DEA의 확장 형태로 DEA와 달리 부정확한(Imprecise)자료를 포함시켜 효율성을 평가할 수 있어 기존의 DEA보다 상세한 분석을 할 수 있다(Cooper *et al.*, 1999a). IDEA는 자료처리의 유연성 때문에 지방병무청(Lee, 2005)의 효율성 평가와 같은 비영리조직 뿐 아니라 이동통신회사(Zhu, 2004)의 효율성 평가와 같은 영리부분의 평가에도 많이 적용되어져 왔다.

특히 군 병원(Jung, 2003), 군 부대교육훈련(Jang, 2003), 군 단위부대(Jeon and Kang, 2005) 등 군 조직에 대한 운영효율 평가에 다양하게 적용되어 왔다. 그러나 군 내에서 군수지원의 중

요성이 증대되고 있지만 탄약중대에 대한 연구는 미미한 실정이다. IDEA를 적용해서 군조직의 효율성을 평가한 기존연구에서는 범위형(bounded) 자료를 평가대상 DMU에게 가장 유리한 값으로 입력하여 효율성을 계산하였으나 현실에서는 범위형 자료가 평가대상 DMU에게 불리한 경우로 적용될 경우를 배제할 수 없기 때문에 이 부분에 대한 보완이 필요하다. 이에 본 연구에서는 Despotis and Smirls(2002)에서 소개된 잠재적 효율(Potential efficiency)의 개념을 활용해서 범위형 자료의 특성이 반영된 효율값을 산정하고자 한다. 즉, 기존의 효율/비효율 상태의 이분법적 분류 대신 효율상태, 잠재적 효율상태, 그리고 비효율적 상태로 세분화함으로써 보다 정확한 평가를 하고자 했다. 아울러 IDEA를 적용해서 군 조직의 효율성을 평가한 기존연구에서는 입출력 변수 선정을 위해 이전 연구에 사용되었던 변수들 중 일부를 연구자의 주관적 판단으로 선택하였다. 그러나 IDEA를 적용한 효율성 분석에서 변수선정 결과의 중요성을 고려할 때 객관적인 변수선정 방법의 적용이 필요하다.

3. IDEA의 이론적 배경

조직의 효율성은 입력자원의 크기와 여기서 도출되는 출력물의 크기로 평가한다. 그러나 대부분의 비영리조직에서는 입출력요소를 결합할 수 있는 시장가격이 존재하지 않는 것이 현실이다. DEA는 이러한 개념을 전제로 각 DMU의 상대적 효율성을 평가한다. 여기서 입출력요소 값은 선형계획 모형의 입력상수가 되며 결정변수는 입출력물에 부여되는 가중치가 된다. 한편, DEA에서는 RTS>Returns To Scale)개념을 활용하여 측정대상의 규모(Scale)에 따른 영향이 효율성에 미치는 정도를 반영할 수 있는데, 측정대상 출력량의 증가율이 입력량의 증가율에 비례하는 경우를 CRS(Constant Returns to Scale), 그렇지 않은 경우를 VRS(Variable Returns to Scale)로, 그리고 VRS는 다시 입력량의 증가율보다 출력량의 증가율이 작은 DRS(Decreasing Return to Scale)와 그렇지 않은 IRS(Increasing Return to Scale)로 세분된다. DEA는 CRS를 고려한 DEA-CCR모형과 VRS를 고려한 DEA-BCC모형으로 구분된다. 본 연구에서는 다루고자 하는 탄약중대 문제가 그 입력물의 증가에 따른 출력물의 증가비율이 일정하지 않은 점을 고려해서 VRS를 가정하며 범위형 자료를 다루기 위해 DEA의 확장 형태인 IDEA를 적용한다. 다음 절에서는 IDEA-BCC모형과 IDEA-Additive모형의 기본 개념을 설명한다.

3.1 VRS를 고려한 IDEA - BCC 모형

IDEA-BCC모형은 DEA-BCC모형을 기반으로 특정값으로 정해지지 않은 자료(Imprecise data)를 포함하여 측정할 수 있다. DEA-BCC모형은 VRS를 가정한 것으로 <모형 A>와 그 쌍대인

<모형 B>로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 입출력요소에 대한 가중치(w_i, u_r)값을 확인 할 수 있는 <모형 B>를 사용한다. 식 (5)는 평가대상 DMU k의 효율성을 최대화하는 목적식이다. 여기서 u_k 는 원형(Primal)문제의 식 (4)에 대응되며, 식 (4)는 DMU k 측정시 비교에 동원된 j번째 DMU의 영향도(λ_j)값의 합을 1로 함으로써 효율적 DMU에 의해서 Efficient Frontier를 구성한다. 그러므로 u_k 는 Efficient Frontier의 절편에 해당되며 이 값이 0이면 CRS, 음(-)이면 IRS, 양(+)이면 DRS를 의미한다. 식 (6), 식 (7)은 다른 DMU와의 비교를 통해 1보다 작거나 같은 효율성을 측정하는 제약식이다(Cooper *et al.*, 1999b).

<모형 A > - Primal

$$Min \quad \theta_k \tag{1}$$

$$s.t. \quad \theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad r = 1, 2, \dots, s \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{4}$$

y_{rj} : DMU j의 r번째 출력요소 값(상수)

x_{ij} : DMU j의 i번째 입력요소 값(상수)

λ_j : 비교에 동원된 j번째 DMU의 영향도(결정변수)

<모형 B > - Dual

$$Max \quad Z_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_k \tag{5}$$

$$s.t. \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m w_i x_{ij} - u_k \leq 0 \tag{6}$$

$j = 1, \dots, n$

$$\sum_{i=1}^m w_i x_{ik} = 1 \tag{7}$$

$u_r, w_i \geq 0 \quad u_k = \text{free variable}$

u_r : 출력요소(r)의 가중치(쌍대 결정변수)

u_k : Indicator of RTS(쌍대 결정변수)

w_i : 입력요소(i)의 가중치(쌍대 결정변수)

한편, IDEA-BCC모형 적용을 위해 DEA-BCC모형(모형 B)에 범위형 자료를 적용하면 해당 자료값(x_{ij}, y_{rj})과 가중치(w_i, u_r)를 같이 계산하여야 하는 비선형모형이 된다. 이 경우는 $X_{ij} = w_i x_{ij}, Y_{rj} = u_r y_{rj}$ 의 변수 치환과정을 거쳐 선형화한 후 IDEA-BCC모형을 적용할 수 있다(Cooper *et al.*, 1999a). <모형 B-1>은 <표 1>의 예제에 IDEA-BCC모형을 적용한 것으로 DMU 1을 평가하기 위한 것이다. 이 모형은 각 DMU의 입출력 값을 해당요소의 입출력 값 중 가장 큰 수로 나누어 <표 2>와 같이 변환시키고 기존변수를 X_{ij}, Y_{rj} 로 치환하는 과정을 거쳐 얻어진 것이다.

표 1. 대리점 평가를 위한 자료

DMU	입력변수		출력변수
	매장면적(평)	비용(천만원)	판매실적(건)
1	100	0.6~0.7	2000
2	150	0.8~0.9	1000
3	150	1	1200
4	200	0.7~0.8	900
5	200	1	600

표 2. 단위 변환된 대리점 평가자료

DMU	입력변수		출력변수
	x_{1j}	x_{2j}	y_{1j}
1	0.50	0.6~0.7	1
2	0.75	0.8~0.9	0.50
3	0.75	1	0.60
4	1	0.7~0.8	0.45
5	1	1	0.30

<모형 B-1 >

$$Max \quad Z_1 = Y_{11} - U_1$$

$$s.t. \quad Y_{1j} - X_{1j} - X_{2j} - U_1 \leq 0 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$X_{11} + X_{12} = 1$$

$$D_1^+ = \left\{ \begin{array}{l} Y_{11} = u_1; Y_{12} = 0.5u_1; Y_{13} = 0.6u_1 \\ ; Y_{14} = 0.45u_1; Y_{15} = 0.3u_1 \end{array} \right\}$$

$$D_1^- = \left\{ \begin{array}{l} X_{11} = 0.5w_1; X_{12} = 0.75w_1 \\ ; X_{13} = 0.75w_1; X_{14} = w_1; X_{15} = w_1 \end{array} \right\}$$

$$D_2^- = \left\{ \begin{array}{l} 0.6w_2 \leq X_{21} \leq 0.7w_2; \\ 0.8w_2 \leq X_{22} \leq 0.9w_2; X_{23} = w_2; \\ 0.7w_2 \leq X_{24} \leq 0.8w_2; X_{25} = w_2 \end{array} \right\}$$

$$u_1, w_1, w_2 \geq 0, U_1 = \text{free variable}$$

$$Y_{1j} \in D_1^+, X_{1j} \in D_1^-, X_{2j} \in D_2^- \quad j = 1, 2, 3, 4, 5$$

3.2 IDEA-Additive 모형

IDEA-BCC모형의 경우 0~1의 효율치를 통해 직관적인 판단을 가능케 하며 입출력물, 둘 중 하나를 중심으로 계산하여 입출력부분의 비효율 내용을 확인할 수 있다. 이와 달리 IDEA-Additive모형은 입력요소 초과값(s_i^-)과 출력요소 부족값(s_r^+)을 동시에 확인할 수 있어 비효율의 내용을 상세히 파악하는데 유용하다. 즉, s_i^- 와 s_r^+ 를 목적함수로 취해서 목적함수의 최적값이 0이면 해당 DMU는 Efficient frontier상에 존재하는 효율적인 DMU이고 0이 아니라면 비효율적 상태로 판단한다. IDEA-Additive모형은 <모형 C>와 같은 DEA-Additive모형을 기반으로 한다. 여기서 식 (8)은 가산(Additive)형태로 s_i^- 과 s_r^+ 의 합을 최대화하는 목적식이다. 식 (9)는 평가대상 DMU k의 실제 출력요소값(y_{rk})과 효율적 DMU j의 출력요소값(y_{rj})의 차이값(s_r^+)을 계산하고 식 (10)은 입력 요소에 대한 차이값(s_i^-)을

계산한다. 마지막으로 식 (11)은 평가대상 DMU k의 효율성 평가를 위해 비교에 동원된 DMU들의 영향도 총합이 1이어야 함을 의미한다. 이 모형의 수행결과 s_r^+ , s_i^- 을 통해 각 요소들의 비효율적인 부분과 그 크기를 확인하고 λ_j 값에 의해 벤치마킹 대상 DMU를 파악할 수 있다.

<모형 C > - Primal

$$Max \quad Z_k = \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \quad (8)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rk} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \lambda_j \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_i^- \geq 0 \quad (11)$$

s_r^+ : 출력요소의 부족(shortfall 값) (결정변수)

s_i^- : 입력요소의 초과(excess 값) (결정변수)

λ_j : 비교에 동원된 j번째 DMU의 영향도 (결정변수)

<모형 D > - Dual

$$Min \quad W_k = \sum_{i=1}^m w_i x_{ik} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + u_k \quad (12)$$

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^m w_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_k \geq 0 \quad (13)$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$w_i, u_r \geq 1 \quad u_k = \text{free variable}$$

w_i : 입력요소(i)의 가중치(쌍대 결정변수)

u_r : 출력요소(r)의 가중치(쌍대 결정변수)

u_k : Indicator of RTS(쌍대 결정변수)

IDEA-Additive모형 적용을 위해 DEA-Additive모형에 <표 1>과 같은 범위형 자료를 입력하면 해당 자료값(x_{2j})과 각 DMU의 영향도(λ_j)를 같이 계산하여야 하는 비선형 문제가 발생하는데 이 경우는 IDEA-BCC모형에서와 같은 변수치환으로 문제가 해결되지 않는다. 이 문제의 해결을 위해 범위형 자료의 고정값(최적값)을 입력함으로써 비효율적인 부분을 확인 할 수 있다(Lee et al., 2002). 고정값을 입력하는 것은 범위형 자료가 변수가 아닌 상수로 처리되어 계산상의 어려움을 피할 수 있다. IDEA-Additive모형을 수행하는 방법은 2단계로 구분할 수 있다. 1단계에서는 쌍대 <모형 D>를 이용하여 <모형 C>에 적용될 정해지지 않은 자료(Imprecise data)에 대한 고정값을 확인한다. 이것은 서로 쌍대관계를 갖는 두 모형이 최적해를 가질 경우 두 모형의 목적값이 일치하고 그 최적해가 서로 대응되는 성질을 이용한 것이다(Lee et al., 2002). 그러므로 <모형 D>를 풀어 정해지지 않은 자료(Imprecise data)의 고정값을 설정하고 2단계에서는 이 값을 <모형 C>에 적용하여 비효율의 크기

(s_i^-, s_r^+)와 DMU의 영향도(λ_j)를 파악할 수 있다. 다음의 <표 3>은 <모형 D-1>을 이용하여 DMU 1 평가시 범위형 자료(x_{2j})에 대한 입력값을 예시한다.

표 3. IDEA-Additive모형을 위한 비용(x_{2j})의 고정값

DMU	1	2	3	4	5
x_{2j}	0.6	0.9	1	0.8	1

<모형 D-1 >

$$Min \quad W_1 = X_{11} + X_{12} - Y_{11} + U_1$$

$$s.t. \quad X_{1j} + X_{2j} - Y_{1j} + U_1 \geq 0 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$D_1^+ = \{ Y_{11} = u_1; Y_{12} = 0.5u_1; \dots; Y_{15} = 0.3u_1 \}$$

$$D_1^- = \{ X_{11} = 0.5w_1; X_{12} = 0.75w_1; \dots; X_{15} = w_1 \}$$

$$D_2^- = \left\{ \begin{array}{l} 0.6w_2 \leq X_{21} \leq 0.7w_2; \\ 0.8w_2 \leq X_{22} \leq 0.9w_2; \\ \dots; X_{25} = w_2 \end{array} \right\}$$

$$u_1, w_1, w_2 \geq 1, U_1 = \text{free variable}$$

<모형 C-1>은 <표 3>의 고정값을 반영한 최종적인 IDEA-Additive모형으로 DMU 1을 평가한다.

<모형 C-1>

$$Max \quad Z_1 = s_1^+ + s_1^- + s_2^-$$

$$s.t. \quad 2000\lambda_1 + 1000\lambda_2 + 1200\lambda_3 + 900\lambda_4 + 600\lambda_5 - s_1^+ = 2000$$

$$100\lambda_1 + 150\lambda_2 + 150\lambda_3$$

$$+ 200\lambda_4 + 200\lambda_5 + s_1^- = 100$$

$$0.6\lambda_1 + 0.9\lambda_2 + \lambda_3 + 0.8\lambda_4 + \lambda_5 + s_2^- = 0.6$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1 \quad \lambda_j \geq 0 \quad s_1^+, s_1^-, s_2^- \geq 0$$

4. 탄약중대 효율성 평가를 위한 IDEA모형

4.1 탄약중대 효율성 평가를 위한 입출력변수 선정

입출력변수 선정은 그 선정결과에 따라 효율성 평가결과가 달라질 수 있는 매우 중요한 문제다. 본 연구에서는 탄약중대의 효율성 분석을 위한 변수선정을 위해 회귀분석을 중심으로 다음의 절차를 적용했다.

4.1.1 출력변수 선정

현재의 탄약중대 평가는 탄약지원 능력과 전투력수준을 관심대상으로 하고 있다. 여기서 어떤 조직의 지원능력에 대한 평가 척도로는 통상 요청건수에 대한 실제 처리건수의 비율이 적절하다. 따라서 탄약부대의 경우도 요청건수에 대한 실제 처리건수의 비율을 고려해 볼 수 있다. 그러나 군 탄약중대의 경

표 4. 탄약중대 입출력 자료

DMU	출력변수		입력변수					
	탄약 처리건수	전투력 점수	병사수(평균)	간부수	주특기인원	탄약고수	차량 장비수	피지원 부대수
1중대	55	92	84~93 (89)	7	24	81	21	23
2중대	33	87	63~74 (69)	7	19	56	21	23
3중대	27	89	54~63 (59)	6	22	52	21	23
4중대	65	95	89~96 (93)	8	27	97	21	23
5중대	69	97	80~88 (84)	8	21	106	20	20
6중대	40	90	57~65 (61)	6	19	76	20	20
7중대	49	93	68~76 (72)	7	20	82	20	20
8중대	60	96	86~94 (90)	8	23	87	20	20
9중대	53	91	77~84 (80)	7	22	83	21	16
10중대	33	88	53~62 (58)	6	19	47	21	16
11중대	65	98	83~93 (88)	8	25	89	21	16
12중대	59	91	78~86 (82)	7	27	83	21	16
13중대	47	91	72~78 (75)	7	25	72	20	28
14중대	45	97	62~78 (70)	8	24	71	20	28
15중대	46	89	63~73 (68)	6	22	70	20	28
16중대	50	95	79~86 (82)	8	21	74	20	28

* 군 자료 보안관계로 실제자료를 변형하여 사용하였음.

우 요청건수와 실제 처리건수는 동일한 것이 현실이다. 즉, 모든 탄약 중대의 “실제 처리 수 / 요청건수”의 값은 모두 1이 된다. 또한 현재 부대 평가 시 우수부대에 대한 표창과정에서 탄약업무량(탄약 처리건수)이 많은 중대를 해당 집단 내에서 탄약지원 우수 중대로 선정하고 있다. 따라서 탄약저장, 보급, 처리, 불출, 적송, 이관 등을 나타내는 “탄약 처리건수”를 출력변수로 선정하였다. 탄약 처리건수의 경우 교육용탄약이나 B/L 탄약의 교체가 불규칙적으로 발생함을 고려해서 6개월 동안의 탄약 처리건수 합계를 사용하였다. 한편, 전투력 수준의 경우는 상급지휘관에 의해 종합 평가되고 중대전투력을 객관적으로 확인할 수 있는 전투력 측정항목의 득점합계, 즉 “전투력 측정점수”를 출력변수로 선정하였다.

4.1.2 입력변수 선정

입력변수 선정은 크게 3단계를 거친다. 먼저, 1단계에서는 탄약중대장과 탄약장장(대령급)경험이 있는 10명의 의견을 수렴하여 탄약 중대의 운영유지 측면에서 중요도가 있는 요소들을 입력변수 후보로 선정했다. 다음으로 2단계에서는 입력변수 후보 중 출력 변수에 큰 영향을 주는 변수를 찾아 포함시켰다. 이것은 합리적인 탄약중대의 경우 출력변수에 영향을 크게 주는 입력요소에 비용이나 시간 측면에서 더 많은 투자를 할 것으로 추정할 수 있기 때문이다. 이 과정에서 출력변수에 대한 입력변수의 영향도 분석을 위해 다중회귀분석법을 활용했다. 한편, 입출력 변수 간 상관관계만을 근거로 입력변수를 선정할 경우 출력변수에 영향을 미치는 정도는 작지만 탄약중대의 운영유지 측면에서 중요도가 큰 입력요소가 누락될 수

있음을 고려해서 마지막 3단계에서는 2단계에서 누락된 입력요소들 중 탄약중대의 운영 유지 차원에서 중요도가 큰 입력요소들을 입력변수로 추가한다.

(1) 1단계 : 입력변수 후보 선정

입력변수 후보선정은 탄약중대장 경험이 있는 8명과 탄약장장(대령급) 경험이 있는 2명, 총 10명을 대상으로 직접 면담 및 설문조사방법을 통하여 가능한 모든 변수를 수렴한 후 중복되거나 자료획득이 불가능한 변수(인사비밀) 등을 제거하여 병사수, 간부수, 탄약 주특기 인원수, 탄약고수, 차량 장비수, 피지원 부대수를 선정하였다. <표 4>는 그 결과를 정리한 것이다. 먼저, 병사수의 경우 6개월 동안 전입, 전역, 전출, 환자, 후송, 파견 근무 등으로 유동성이 큰 편이기 때문에 범위형 자료로 처리하였다. 간부수는 다소 인원 변화가 있지만 병사수에 비해 그 변동성이 작아 평균치를 적용했다. 또한, 탄약 주특기 인원수는 주특기교육 수료인원수를 사용하였다. 탄약고수는 중대가 관리하는 탄약고수를 적용했고 차량 장비수는 각 중대로 할당된 차량수를 적용하였다. 피지원부대수는 각 탄약 중대에서 지원하고 있는 인근의 보급거래 부대수를 사용하였다.

(2) 2단계 : 회귀분석을 이용한 입력변수 선정

앞서 선정한 입력 요소들은 상호 복합적으로 작용하여 출력변수에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 다중회귀분석을 적용해서 출력 변수에 영향을 주는 입력변수를 선정하였다. 여기서 범위형 자료는 평균값을 사용하여 분석하였다. 회귀분석에 앞

서 다중 공선성(Multicollinearity) 분석을 수행해 입력변수들 간에 상관여부를 확인해 보았다. 이것은 출력변수를 설명하는 중요한 입력변수임에도 다른 입력변수와의 상관관계가 높아서 입력변수로 선정되지 못할 가능성이 있기 때문이다. 다중 공선성이란 어떤 입력변수의 값이 증가시 다른 입력변수의 값이 이와 관련하여 증가하거나 감소하려는 성질이며 식 (14)와 같은 Variance Inflation Factor(VIF)값으로 계산될 수 있다. R_k^2 는 k번째 입력변수를 종속변수로, 다른 입력변수들은 독립변수로 취하여 얻어지는 결정계수이다. k번째 입력변수가 다른 입력변수들과 밀접한 관계에 있으면 R_k^2 는 1에 가깝게 되서 VIF_k 값은 커지게 된다. VIF_k 값이 통상적으로 10보다 작을 경우 다중 공선성은 우려할 만한 수준이 아니라고 판단(Hwang et al., 2004) 할 수 있으므로 <표 5>의 결과, 입력변수들 간의 상관관계가 크지 않음을 알 수 있다.

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (14)$$

표 5. 다중 공선성 분석결과

입력 변수	병사수	간부수	주특기 인원수	탄약고수	차량 장비수	피지원 부대수
VIF	7.2984	3.1038	2.0855	5.5019	3.0912	2.3174

<표 6>은 단계적 다중 회귀분석의 결과로 탄약처리 건수에 영향을 미치는 입력변수로는 탄약고수와 병사수가, 전투력 측정점수의 경우는 간부수, 탄약고수, 그리고 병사수가 선정되었다.

표 6. 단계적 다중 회귀 분석결과

출력 변수	단계	선택된 입력변수	부분 R-square	모형 R-square	F 값	Pr > F
탄약 처리 건수	1	탄약고수	0.8942	0.8942	118.28	<0.0001
	2	병사수	0.0529	0.9471	13.01	0.0032
전투력 점수	1	간부수	0.7685	0.7685	46.48	<0.0001
	2	탄약고수	0.0398	0.8083	2.70	0.1243
	3	병사수	0.0338	0.8422	2.57	0.1348

(3) 3단계 : 입력변수에 대한 정성적 판단

2단계에서 탈락한 탄약주특기인원, 차량 장비 수, 피지원부대수 중 출력변수에 미치는 영향은 작지만 탄약중대 운영 유지측면에서 중요도가 있는 변수는 입력요소로 고려할 필요가 있다. 따라서 탈락 변수를 대상으로 검토를 해보면 먼저 주특기인원의 경우 주특기인원과 비주특기인원이 업무상 구분이 없고 이미 병사수에 포함되므로 배제해도 무방할 것으로 판단된다. 두 번째 차량 장비수의 경우 창급 통합관리가 시행되어 개별 중대의 노력이 불필요하고 각 중대가 요청할 경우 충분한 차량이 공급되므로 탄약 처리건수에 제한을 주는 요소로

볼 수 없다. 마지막으로 피지원부대수는 외부 환경요인으로 일정하게 탄약 처리건수에 영향을 미치기는 하나 그 영향정도가 미미해서 입력변수로 추가하지 않았다.

4.2 탄약중대 효율성 평가를 위한 IDEA 모형

4.2.1 IDEA의 적용

본 연구에서는 출력변수의 증감이 입력변수의 증감에 비해 하지 않는 특성을 감안하고 0~1의 효율값을 통해 직관적인 효율성 판단을 위해 IDEA-BCC모형을 적용하였다. 또한 IDEA-Additive모형을 적용해서 입력요소의 과다투입분과 출력변수의 부족분을 동시에 파악하고자 하였다.

표 7. 단위 변환된 탄약 중대 자료

DMU	출력변수		입력변수		
	탄약 처리건수	전투력 점수	병사수	간부수	탄약고수
1중대	0.79	0.93	0.94~0.96	0.87	0.76
2중대	0.47	0.88	0.70~0.77	0.87	0.52
3중대	0.39	0.90	0.60~0.65	0.75	0.49
4중대	0.94	0.96	1 ~ 1	1	0.91
5중대	1	0.98	0.89~0.91	1	1
6중대	0.57	0.91	0.64~0.67	0.75	0.71
7중대	0.71	0.94	0.76~0.79	0.87	0.77
8중대	0.86	0.97	0.96~0.97	1	0.82
9중대	0.76	0.92	0.86~0.87	0.87	0.78
10중대	0.47	0.89	0.59~0.64	0.75	0.44
11중대	0.94	1	0.93~0.96	1	0.83
12중대	0.85	0.92	0.87~0.89	0.87	0.78
13중대	0.68	0.92	0.80~0.81	0.87	0.67
14중대	0.65	0.98	0.69~0.81	1	0.66
15중대	0.66	0.90	0.70~0.76	0.75	0.66
16중대	0.72	0.96	0.88~0.89	1	0.69

<표 7>은 <표 4>의 입출력자료를 각 항목의 가장 큰 값으로 나누는 것이고 <모형 B-2>는 1중대를 평가하기 위한 IDEA-BCC모형이다.

<모형 B-2 >

$$\begin{aligned}
 &Max \quad Z_1 = Y_{11} + Y_{21} - U_1 \\
 &s.t. \quad Y_{1j} + Y_{2j} - X_{1j} - X_{2j} - X_{3j} - U_1 \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 16 \\
 &\quad X_{11} + X_{12} + X_{13} = 1 \\
 &\quad D_1^+ = \{ Y_{11} = 0.79u_1; Y_{12} = 0.47u_1; \dots; Y_{116} = 0.72u_1 \} \\
 &\quad D_2^+ = \{ Y_{21} = 0.93u_2; Y_{22} = 0.88u_2; \dots; Y_{216} = 0.96u_2 \} \\
 &\quad D_1^- = \left\{ \begin{array}{l} 0.94w_1 \leq X_{11} \leq 0.96w_1; \\ 0.70w_1 \leq X_{12} \leq 0.77w_1; \\ \dots; 0.88w_1 \leq X_{116} \leq 0.89w_1 \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

<모형 B-2>의 수행결과, 목적값이 0.975로 나타났다. 따라서 1중대를 비효율적 중대로 분류할 수 있고 IDEA-Additive 모형을 통해 비효율성의 구체적인 내용을 확인 할 수 있다. 이를 위해 앞서 3.2절에서 언급한 바와 같이 범위형 자료인 병사수는 <모형 D>의 결과를 고정값으로 적용했다. <모형 C-2>는 1중대의 비효율적인 부분을 확인하기 위한 최종 IDEA-Additive 모형이다.

<모형 C-2 >

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & Z_1 = s_1^+ + s_2^+ + s_1^- + s_2^- + s_3^- \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^{16} y_{1j}\lambda_j - s_1^+ = y_{11}, \quad \sum_{j=1}^{16} y_{2j}\lambda_j - s_2^+ = y_{21} \\
 & \sum_{j=1}^{16} x_{1j}\lambda_j + s_1^- = x_{11}, \quad \sum_{j=1}^{16} x_{2j}\lambda_j + s_2^- = x_{21} \\
 & \sum_{j=1}^{16} x_{3j}\lambda_j + s_3^- = x_{31} \\
 & D_1^+ = \{y_{11} = 55; y_{12} = 33; \dots; y_{116} = 50\} \\
 & D_2^+ = \{y_{21} = 92; y_{22} = 87; \dots; y_{216} = 95\} \\
 & D_1^- = \{x_{11} = 93; x_{12} = 63; \dots; x_{116} = 78\} \\
 & D_2^- = \{x_{21} = 7; x_{22} = 7; \dots; x_{216} = 8\} \\
 & D_3^- = \{x_{31} = 81; x_{32} = 56; \dots; x_{316} = 74\} \\
 & s_1^+, s_2^+, s_1^-, s_2^-, s_3^- \geq 0, \quad \sum_{j=1}^{16} \lambda_j = 1
 \end{aligned}$$

4.2.2 범위형 자료의 특성을 고려한 IDEA의 적용

기존 연구에서는 범위형 자료를 평가대상 DMU에게 유리한 조건으로 반영될 경우만을 가정하여 목적값이 “1”인지 여부에 따라 효율적 DMU(E^{++})와 비효율적 DMU(E^-)로 양분하여 효율성을 판단하였다. 그러나 현실에서는 유리한 조건으로 평가받는 경우 뿐만 아니라 불리한 조건으로 평가받을 가능성을 배제할 수 없다. 이에 본 연구에서는 Despotis and Smirls(2002)에서 소개된 잠재적 효율성 개념을 적용해 보았다. 즉, 범위형 자료의 특징을 이용하여 평가 대상 DMU에 가장 유리한 조건과 가장 불리한 조건을 각각 반영해 봄으로써 해당 DMU가 가질

수 있는 효율값의 범위를 파악해 보았다. 즉, 첫 번째 효율값 계산시 평가 대상 DMU의 범위형 자료는 최대값, 다른 DMU의 범위형 자료는 최소값을 입력하고 두 번째 효율값 계산시 평가 대상 DMU의 범위형 자료를 최소값, 다른 DMU 범위형 자료를 최대값으로 입력해서 효율값의 범위를 얻어낼 수 있다. 이들 효율값 범위의 상하한 값이 모두 1일 경우는 완전 효율적인(perfect efficiency, E^{++})상태, 상한값만 1, 하한값이 1보다 작을 경우는 잠재적 효율(potential efficiency, E^+)상태, 그리고 효율값 상하한의 범위가 모두 1보다 작을 경우는 비효율적인(inefficiency, E^-)상태로 분류했다. 이 방법은 DMU 별로 2번씩의 효율성 평가를 수행해야 하는 번거로움이 있지만 기존 군부대에 적용된 방법보다 세분화된 결과값을 통해 부대 운영 상태에 대한 보다 정확한 평가를 할 수 있을 것으로 기대된다.

5. IDEA에 의한 탄약중대 효율성 평가 결과

5.1 IDEA-BCC 모형의 결과

<표 8>은 <모형 B-2>와 같은 방법으로 IDEA-BCC모형을 수행한 결과로, 평가대상 DMU의 효율값 수치를 최대화 할 수 있도록 범위형 자료값을 반영한 결과이다. 이 결과를 통해 각 탄약중대의 운영 상태를 효율적 또는 비효율적 상태로 분류할 수 있다. 즉, 전체 중대의 약 56%인 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15 중대가 효율적(E^{++})이고 나머지 중대들은 비효율적(E^-)으로 운영되고 있음을 알 수 있다. 이상의 결과는 범위형 자료가 유리한 조건으로만 반영된 결과이다. 그러나 범위형 자료가 불리한 조건으로 반영될 경우는 그 결과가 달라질 수 있다. 따라서 4.2.2절에서 설명한 잠재적 효율성의 개념을 적용해서 각 DMU의 상태를 효율적, 잠재적 효율적, 그리고 비효율적의 3가지로 분류해 보았다. <표 9>는 잠재적 효율 개념을 반영한 결과로 효율값의 상하한 범위와 판정결과를 보여준다. <표 8>과 <표 9>를 비교하면 7중대의 경우 잠재적 효율의 개념을 활용하지 않을 경우 여타 효율적 중대와 동일하게 효율상태로 분류되었던 것과 달리 잠재적 효율 개념을 활용해서 보다 상

표 8. IDEA-BCC 모형 결과

DMU	1중대	2중대	3중대	4중대	5중대	6중대	7중대	8중대	9중대	10중대	11중대	12중대	13중대	14중대	15중대	16중대
효율성	0.975	0.914	1.000	0.967	1.000	1.000	1.000	0.940	0.948	1.000	1.000	1.000	0.958	1.000	1.000	0.962
상태	E^-	E^-	E^{++}	E^-	E^{++}	E^{++}	E^{++}	E^-	E^-	E^{++}	E^{++}	E^{++}	E^-	E^{++}	E^{++}	E^-

표 9. IDEA-BCC 모형 결과(잠재적 효율성 개념 적용)

DMU	1중대	2중대	3중대	4중대	5중대	6중대	7중대	8중대	9중대	10중대	11중대	12중대	13중대	14중대	15중대	16중대	
효율성	하한	0.975	0.862	1.000	0.967	1.000	1.000	0.962	0.939	0.944	1.000	1.000	1.000	0.945	1.000	1.000	0.962
	상한	0.975	0.914	1.000	0.967	1.000	1.000	1.000	0.940	0.948	1.000	1.000	1.000	0.958	1.000	1.000	0.962
	상태	E^-	E^-	E^{++}	E^-	E^{++}	E^{++}	E^+	E^-	E^-	E^{++}	E^{++}	E^{++}	E^-	E^{++}	E^{++}	E^-

세히 분석해 보면 다른 효율적 중대에 비해 다소 떨어지는 상태, 즉 잠재적인 효율 상태로 분류됨을 확인할 수 있다. 이상의 결과를 통해 잠재적 효율 개념을 활용할 경우 탄약중대 관리자에게 보다 정확한 정보를 제공해 줄 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 <표 8>, <표 9>의 결과를 보면 2중대의 효율성이 다른 중대에 비해 현저히 낮은 수준임을 알 수 있는데, 이것이 절대적인 효율성을 의미하지는 않지만 2중대가 다른 중대에 비해 상대적으로 좋지 않은 운영 상태를 보이고 있음을 보여준다. 현재 부대에서는 이러한 효율성이 낮은 상태, 즉 문제가 있다고 판단되는 중대에 대해서는 상급부대의 검열, 지적, 경고 등의 방법을 통해 해당 중대의 문제를 더욱 크게 만들어 중대장이 스스로 해결하기 어렵게 만드는 경우가 있다. 하지만 IDEA를 적용하면 상급부대의 강제력 있는 조치 이전에 해당 중대장이 스스로 중대의 상대적인 수준을 알 수 있고 중대 운용 개선을 위한 벤치마킹할 수 있는 중대를 확인할 수 있어 문제점을 해결할 수 있는 방법을 제시할 수 있다. 또한 구체적으로 해당 중대의 부족한 부분이 어느 부분이고 어느 정도인지 확인이 된다면 단점은 보완하고 장점은 극대화 할 수 있을 것이다

5.2 IDEA-Additive 모형의 결과

IDEA-Additive모형을 적용해서 입출력 요소를 동시에 고려하여 어느 부분에서 어느 정도의 비효율이 존재하는지 파악해 보았다. <표 10>은 <모형 C-2>의 형태를 적용한 IDEA-Additive 모형의 수행결과이다. 13중대의 경우 비교대상인 5, 6, 10 중대와 비교하여 탄약고수는 1.1081개 그리고 간부수는 0.2432명이 과다 투입되었고 전투력점수는 0.5135점이 부족한 것으로 알

수 있다. 한편, 비교에 동원된 효율적 중대들이 참조된 횟수를 통해서 어느 중대를 벤치마킹 대상으로 부각시킬지 파악할 수 있다. 이것은 비교대상이 되었던 DMU에 대한 가중값(λ_j)으로 확인할 수 있으며 <표 10>을 보면 10중대가 각 8회에 걸쳐 참조되어, 10중대를 비효율적인 중대의 벤치마킹 대상으로 선정할 수 있음을 알 수 있다. 또한 이 표를 보면, 산출물의 경우 탄약처리 건수는 전체 16개 중대에서 부족함이 없지만 전투력 측정 점수에서는 일부 중대가 미흡한 상태에 있음을 알 수 있다. 그리고 투입물의 경우 일부 중대의 병사수, 간부수, 탄약고수에서 비효율적인 부분이 있다. 이 문제는 중대장의 노력에 따라 비효율적인 부분에 대한 개선이 일부 가능하지만 상급부대 결정에 따라 영향을 많이 받기 때문에 탄약중대의 효율성 개선을 위해서는 상급부대 역할, 즉 적절한 자원배분의 필요성이 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구의 목적은 기존의 탄약중대 평가 시스템이 일부 평가 항목의 평가결과에 크게 좌우되고 출력요소의 크기만을 감안함으로써 규모에 따른 형평성을 고려하지 못하는 문제를 보완하고, 효율적인 탄약중대 운영을 위한 개선방향을 제시하고자 함이다. 이를 위해 범위형 입력 자료를 갖는 탄약중대에 대해 IDEA-BCC모형과 IDEA-Additive모형을 적용해서 그 효율성과 개선의 여지를 파악해 보고, 준거집단에 대한 참조 횟수를 통해 벤치마킹 대상을 확인해 볼 수 있었다. 특히 범위형 자료의 부정확성을 감안하고자 잠재적 효율(Potential efficiency) 개념

표 10. IDEA-Additive 모형 결과

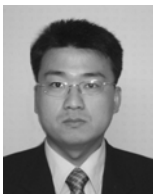
DMU	입력변수			출력변수		참조 집합(비교대상 DMU)
	병사수 (s_1^-)	간부수 (s_2^-)	탄약고수 (s_3^-)	탄약 처리건수 (s_1^+)	전투력점수 (s_2^+)	가중치(λ)
1중대	1.4230	0	2.3846	0	1.4615	$\lambda_{10}=0.04, \lambda_{11}=0.5, \lambda_{15}=0.46$
2중대	1	1	9	0	1	$\lambda_{10}=1$
3중대	0	0	0	0	0	$\lambda_3=1$
4중대	0	0.1126	2.7042	0	1.9859	$\lambda_5=0.45, \lambda_{10}=0.05, \lambda_{11}=0.5$
5중대	0	0	0	0	0	$\lambda_5=1$
6중대	0	0	0	0	0	$\lambda_6=1$
7중대	0	0	0	0	0	$\lambda_7=1$
8중대	0	0.3435	1.3375	0	0	$\lambda_5=0.25, \lambda_{10}=0.17, \lambda_{11}=0.55, \lambda_{14}=0.03$
9중대	0	0	3.3256	0	1.7081	$\lambda_5=0.46, \lambda_{10}=0.34, \lambda_{11}=0.04, \lambda_{15}=0.16$
10중대	0	0	0	0	0	$\lambda_{10}=1$
11중대	0	0	0	0	0	$\lambda_{11}=1$
12중대	0	0	0	0	0	$\lambda_{12}=1$
13중대	0	0.2432	1.1081	0	0.5135	$\lambda_5=0.38, \lambda_6=0.05, \lambda_{10}=0.57$
14중대	0	0	0	0	0	$\lambda_{14}=1$
15중대	0	0	0	0	0	$\lambda_{15}=1$
16중대	0	0.5	0.125	0	0	$\lambda_5=0.13, \lambda_{10}=0.25, \lambda_{11}=0.25, \lambda_{15}=0.37$

을 적용해서 각 DMU를 효율적, 잠재적 효율적, 비효율적 상태로 분류했으며, IDEA의 적용에 있어 입출력 변수의 선정이 결과에 큰 영향을 줄 수 있음을 감안하여 회귀분석을 토대로 한 입출력 변수 선정절차를 거쳤다.

IDEA는 평가기준에 대한 가중치 논란을 배제하고 특정 값으로 정해지지 않은 자료(Imprecise data)까지 고려해서 효율성을 평가한다는 점에서 유용할 수 있다. IDEA를 이용한 평가방법은 평가대상 중대들의 수준, 비효율적 부분 그리고 개선방향 등을 구체적으로 제시 할 수 있어 부대 지휘를 위한 참고자료가 될 수 있을 것이다. 그러나 IDEA는 상대적인 평가방법으로서 모형 수행결과 효율적인 DMU로 판정되더라도 어디까지나 상대적인 것임을 유의해야 할 것이다. 즉, IDEA에서 효율적 중대로 분류되더라도 해당 중대를 개선의 여지가 전혀 없다고 단언할 수 없으며 더 노력하면 개선될 가능성을 배제할 수는 없다. 따라서 상대적 평가의 단점을 해소하기 위해서는 비교평가 하고자 하는 DMU의 수를 충분히 확보할 필요가 있다.

참고문헌

- Coelli, T. and Perelman, S.(1999), A Comparison of Parametric and Non-Parametric Distance Functions ; with Application to European Railways, *European Journal of Operational Research*, 117(2), 326-339.
- Cooper, W. W., Park, K. -S., and Gang, Y.(1999a), IDEA and AR-IDEA : Models for Dealing Imprecise Data in DEA, *Management Science*, 45(4), 567-607 .
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., and Tone, K. (1999b), *Data Envelopment Analysis-A Comprehensive Text with Models Applications, References and*
- DEA-Solver Software, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA .
- Cubbin, J. and Tzanidakis, G.(1998), Regression versus DEA for Efficiency Measurement ; an Application to the England and Wales Regulated Water Industry, *Utilities Policy*, 7, 75-85.
- Despotis, D. K. and Smirls, Y. G.(2002), Data Envelopment Analysis with Imprecise Data, *European Journal of Operational Research*, 140, 24-36.
- Frei, F. X. and Harker, P. T.(1999), Measuring Aggregate Process Performance Using AHP, *European Journal of Operational Research*, 116, 436-442.
- Hwang, H-S., Jung, B-W., and Park, J-S.(2004), *SAS 8.20 Programming*, Kyungmoonsa, Seoul, Korea.
- Jang, C-H.(2003), Evaluating the Efficiency of Military training by Using IDEA Model, *Master's Thesis, Korea National Defense University* .
- Jeon, G-W. and Kang, S-J.(2005), Managerial Efficiency Evaluation for Military Units by Using IDEA Model, *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*, 15(3), 113-133.
- Jung, W-G.(2003), A Study of Measuring Efficiency of Army Field Hospitals Using the IDEA Model, *Master's Thesis, Korea National Defense University* .
- Lee, J-Y.(2005), An Evaluation of the Operational Effectiveness of the Local Military Manpower Administrations using IDEA Model, *Korean Management Science Review*, 22(1), 1-13.
- Lee, Y-K., Park, K-S., and Kim, S-H.(2002), Identification of Inefficiencies in Additive Model Based IDEA, *Computers and Operations Research*, 29, 1661-1676.
- Schaffnit, C., Roggen, D., and Paradi, J. C.(1997), Best Practice Analysis Bank Branches: An Application of DEA In a Large Canadian Bank, *European Journal of Operational Research*, 98, 269-289.
- Sueyoshi, T. and Goto, M.(2001), Slack-Adjusted DEA for Time Series Analysis; Performance Measurement of Japanese Electric Power Generation Industry In 1984-1993, *European Journal of Operational Research*, 133(2), 232-259.
- Zhu, J.(2004), Imprecise DEA via Standard Linear DEA Models with a Revisit to a Korean Mobile Telecommunication Company, *Operational Research*, 52(2), 323-329.



배영민

육군사관학교 토목공학과 학사
현재: 육군 학생중앙 군사학교
고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정
관심분야: 다기준 의사결정 분석, 경제성공학



김승권

서울대학교 기계공학과 학사
Stanford University 산업공학과 석사
UCLA 시스템공학과 박사
현재: 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수
관심분야: 다기준 의사결정 분석, SCM, 수자원 시스템 분석 등의 시스템 분석 기법의 현실적용 분야



김재희

고려대학교 산업공학과 학사
고려대학교 산업공학과 석사
고려대학교 산업공학과 박사
현재: 군산대학교 경영회계학부 전임강사
관심분야: 다기준 의사결정, 교통/수자원 환경 시스템분석