

■ 論 文 ■

# 우리나라 물류산업의 효율성 분석: DEA-ANP(Data Envelopment Analysis-Analytic Network Process)의 적용

Analysis of the Efficiency of Korea's Logistics Industry: Application of Data Envelopment Analysis-Analytic Network Process (DEA-ANP)

하 현 구

(인하대학교 아태물류학부 교수)

최 아 영

(인하대학교 대학원 물류학과 석사)

목 차

- I. 서론
  - II. 기존 연구 분석
  - III. 방법론 및 분석자료
    - 1. 효율성의 추정 방법
    - 2. 사용 변수 및 분석 자료
  - IV. 추정 결과
    - 1. ANP(Analytic Network Process) 분석
    - 2. 효율성 분석
  - V. 결론 및 시사점
- 참고문헌

Key Words : 물류산업, 효율성, 자료포락분석(DEA), ANP방법, DEA-ANP  
logistics industry, efficiency, DEA, ANP(Analytic Network Process), DEA-ANP

요 약

동북아 지역의 경제 규모 및 교역량이 증가하고 대외적으로 물류산업의 환경이 격변하는 상황에서 우리나라 물류산업의 경쟁력은 선진국 및 선진물류기업에 비해 취약하다. 이에 본 연구에서는 물류산업의 현황 파악 및 경쟁력 향상 방안 도출을 위해 DEA-ANP 결합모형을 이용하여 우리나라 물류산업의 상대적인 효율성을 분석하였다. 투입변수로는 종업원수, 고정자산, 자본총계, 운영비용을, 산출변수로는 매출액과 당기순이익을 사용하였다. 분석결과 2003년부터 2005년까지의 효율성 평균은 0.175로, 현재 투입물의 17.5%만을 효율적으로 사용하고 있는 것으로 나타났다. 또한 효율성이 가장 높은 업종은 전체 효율성 평균이 0.3692인 해상운송업으로, 매출액 및 효율성 상위그룹에서 차지하는 비율도 크게 나타나 해상운송업이 우리나라 물류산업의 효율성에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 우리나라 물류 산업 전반에 걸쳐 존재하는 비효율을 개선하기 위해서는 종업원 수의 과다투입을 줄여야 하며 매출액 증대를 위해 물류업체의 대형화 및 전문화를 통한 서비스 영역 확대, 지속적 투자, 활발한 해외진출 및 물류 수요 유치등의 노력이 필요하다.

This paper analyzes the relative efficiency of Korea's logistics industry with the DEA-ANP model from 2003 to 2005. To measure the efficiency, this paper used the numbers of employees, fixed assets, total capital, and operating costs as input factors and sales amounts and net incomes as output factors. The average efficiency score of the entire logistics industry is 0.175, so most logistics companies in Korea should improve their current inefficiencies. The industry with the highest efficiency score is marine transportation, with an average three-year efficiency score of 0.3692. In terms of sales and high efficiency, most of the highest-ranked companies belong to the marine transportation industry, so marine transportation has the most influence on raising the efficiency score of Korea's logistics industry. To improve the inefficiency of inputs that exists overall in the logistics industry, it is necessary to control excessive numbers of employees. To improve the amount of sales, it is necessary to make a policy of satisfying various logistics demands, continuous investments, and attracting foreign logistics demand: such things will help strengthen the international competitiveness of Korea's logistics industry.

## I. 서론

동북아 지역의 경제 규모 및 교역량이 세계경제에서 차지하는 비중이 증대됨에 따라 동북아 지역의 물류네트워크를 선점하기 위한 경쟁이 점점 치열해지고 있다. 특히 대중국 교역량이 증가하면서 물류 수요 유치를 위한 경쟁이 심화되고 있으나 우리나라의 경우 부산항, 인천공항 등 주요거점의 경쟁력을 강화 할 수 있는 물류기반 시설에 대한 투자 지연 및 전문물류기업 등 물류산업의 기반이 미약하여 동북아 물류중심지화에 대한 위기감이 고조되고 있다. 또 대외적으로 물류산업의 환경이 격변하는 상황에서 동북아 물류중심지화를 지향하는 우리나라 물류산업의 경쟁력은 선진국 또는 선진물류기업에 비해 매우 취약하다<sup>1)</sup>.

세계적으로 물류 기업은 효율성을 높이고 다양한 물류수요에 부응하기 위해 점차 대형화·전문화 되고 있으며, 자국 내 물류업체 간 또는 해외 선진 물류업체들과의 업무 제휴를 통해 자사의 경쟁력을 높이고 있다. 이와 같은 세계적인 추세에도 불구하고 국내에는 경쟁력을 갖춘 전문 물류기업이 부족한 실정이다. 향후 동북아 시장에서 발생할 다양한 물류부가가치를 획득하기 위해서는 우리나라 물류 기업이 종래의 운송업체 중심의 영업형태에서 벗어나, 종합적인 물류 서비스를 제공할 수 있는 국제적인 경쟁력 확보가 필요하다.

본 연구에서는 물류산업의 현황과 및 경쟁력 향상 방안 도출을 위해 2003년부터 2005년까지 우리나라의 개별물류기업 211개를 대상으로 하여 상대적인 효율성을 분석하고자 한다. 이를 토대로 하여 투입요소에서 발생하는 비효율의 원인 및 정도 분석을 통해 개선해야 할 목표를 제시하여 향후 국제물류시장에서 글로벌 부가가치를 획득 할 수 있는 경쟁력 기반을 갖추도록 하고자 한다. 본 연구에서는 대한상공회의소에 물류관련업으로 등록되어있는 기업들 중 2003년부터 2005년까지 외부감사기업 조건을 유지한 211개의 물류기업들을 대상으로 하여 3개년간의 효율성을 분석한다. 기존 효율성 분석에 많이 사용되고 있는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis)의 단점으로 지적되어온 효율성 과다 측정의 문제를 극복하기 위해, 변수별 가중치 변화범위를 일정한 조건으로 제약하는 제한조건(Assuarance Region)을 부과한 DEA-AR을 활용하고자 한다. 본 연구에서는 AR

제약식 설정의 방법으로 다기준 의사결정 기법인 ANP (Analytic Network Process) 방법을 적용하는 DEA-ANP모형을 사용하여 투입요소와 산출요소간에 존재하는 상호영향력을 포함하는 효율성을 분석하였다.

## II. 기존 연구 분석

본 연구의 기존 문헌 연구는 크게 방법론에 관한 연구와 효율성 분석에 관한 연구 두 부분으로 나눌 수 있다. 방법론은 다시 ANP, DEA, DEA-AR, DEA-ANP의 네 부분으로 나누어서 분석하였다. 효율성 분석에 관한 연구는 물류산업을 대상으로 효율성을 분석한 논문이 적기 때문에, 다른 산업 및 업체 효율성을 분석한 논문들을 대상으로 하여 정리하였다.

먼저 ANP를 이용한 문헌들을 살펴보면 다음과 같다. Saaty(1999)는 ANP기법을 AHP와 비교하여, 구체적인 적용 과정과 내용을 실제 사례를 통해 자세하게 설명하였다. 이 연구에서는 실제 분석 구조를 세우는 과정에서 최종 대안 선택까지의 과정을 Hamburger 모델을 통해 제시하였다.

Sanjay Jharkharia et al.(2005)는 Satty의 ANP 이론을 실제 3자 물류 제공 업체 선정 문제에 적용하였다. 3자물류 아웃소싱을 할 때 필요한 여러 가지 기준들을 3가지 계층으로 분류하였으며, 기존의 AHP기법과의 다른점을 실제 분석 수치와 비교 설명함으로써, ANP의 장점을 좀더 부각 시켰다는 점에서 의의가 있다고 하겠다.

이영한·정민용(2002)은 현실 세계의 상호 작용하는 복잡한 네트워크 시스템을 통해 복잡한 사회 및 경제 경영의 변수간에 존재하는 다양한 상충관계를 고려한 모델을 제시하였고, 김동완·박민용(2003)은 요소간의 상호작용 뿐 아니라, 대안이 평가요소에 미치는 피드백(feedback)까지 고려하여, 난방방식 리모델링 평가에 ANP기법을 적용하였다. 기존의 연구들은 평가 요소 및 계층간에 존재하는 상호영향력을 포함하였으나, 이 연구에서는 대안자신이 평가기준의 중요도를 평가하는 피드백 과정인 상호평가 시스템을 이용하여 복잡한 상황에서의 대안시스템의 중요도를 효과적으로 분석 할 수 있는 방식을 제시하였다.

DEA의 모델의 시초는 Charnes, Cooper, Rhodes (1978)가 Farrell의 효율성 개념을 확장하여 다수 투입과 다수 산출에 적용한, 현재 DEA의 기본 모델로 불리는

1) "종합물류기업 세제지원 방안의 경제적 효과 분석", 하헌구 외 (2005)

CCR모델이라고 할수 있으나 효율성 과다측정, 다수의 효율 DMU 도출 등의 단점이 있다. 이러한 부분을 개선하기 위해 추가적인 가중치 제약식을 도입한 것이 DEA-AR(Assurance Region) 이며 Thomson et al(1986)은 Superconducting Super Collider (SSC)라는 가속기를 설치할 위한 텍사스 지역에서의 실험실 위치 선정에 관한 문제에 대해 서로 다른 입지간의 우위를 평가하였는데, 이 연구에서 DEA-AR 모형이 처음으로 사용되었다.

DEA-ANP 결합모형은 DEA-AR모형과 ANP 모형을 통합하는 것으로, AR 가중치 제약식 설정 방법으로 ANP를 활용하는 것이다. Joseph Sarkis(1999)는 Environmentally conscious manufacturing(ECM) 프로그램을 평가하는 모델을 위한 방법론으로 DEA와 ANP를 통합하는 모델을 제시하였으며, 임병학, 박철수(2003)는 ANP와 DEA의 결합모형을 이용하여 은행지점의 성과를 평가하였다. 분석 결과 기본 CCR모델에서는 17개의 지점이 효율적인 것으로 나타났으나, DEA-ANP 모델을 적용한 결과에서는 효율적인 지점은 1개로 나타났다. 연구에서 제시한 DEA-ANP 결합 모델은 효율성 값이 1인 지점이 하나이고, 각 값에 따라 지점의 등급을 매길 수 있다는 점에서 기존 연구와 차별화 된다고 할 수 있다.

물류 산업의 경쟁력 강화를 위한 보고서는 많이 발표되었으나, 물류산업을 구성하는 물류 업체의 효율성 분석과 관련한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 박명섭, 안영효(2003)는 국가 산업의 동맥인 물류산업의 경쟁력 강화를 위해, 우리나라 주요한 물류업체들은 대부분 도로화물운송업체에 등록되어있다고 보고, 도로화물운송업을 수행하는 50개의 물류업체를 대상으로 하여 효율성을 분석하였다. 그러나 도로화물운송업체만을 대상으로 하여 물류 산업 매출액의 상당부분을 차지하고 있는 항공산업 및 해운 산업이 제외되어 있어, 전체 물류산업의 효율성으로 확대 해석하기에는 무리가 있다.

DEA는 투입 및 산출요소를 어떻게 산정하느냐에 따라 효율성값이 달라지므로 정확한 요소선정이 중요하다. 본 연구에선 경제학의 핵심 효율성 개념인 기술수준이 일정하다는 가정하에 비용최소화 및 이윤극대화를 시키는 것이 기업의 목표라고 보고, 이러한 기준 하에서 효율성을 분석한 다른 산업의 연구들을 참고 하여 투입변수 및 산출변수를 산정하였다.

### III. 방법론 및 분석자료

#### 1. 효율성 추정 방법

본 연구에서는 효율성을 측정하기 위해 DEA와 ANP를 결합한 모델을 사용한다.

DEA는 의사결정단위의 동질집단의 상대적효율성을 측정하는 다요인 생산성분석 모델이다. 다중투입과 다중산출물에 대한 효율성은 식(1)과 같은 식에 의해 구할 수 있다.

$$\text{효율성} = \frac{\text{가중치가부여된 산출물들의합}}{\text{가중치가부여된 투입물들의합}} \quad (1)$$

m개의 투입물과 s개의 산출물을 갖는 n개의사결정단위<sup>2)</sup>가 있다고 가정할 때, 이 의사결정단위의 상대적인 효율성은 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)가 제안한 CCR 모델에 의해 구할 수 있으며 그 식(2)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \max \theta_{k^0} &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk^0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik^0}} \quad (2) \\ \text{s.t.} & \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} &\leq 1, \quad k = 1, \dots, n \\ u_r, v_i &\geq \epsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

- 여기서,  $\theta_{k^0}$  : DMU k의 효율성 값  
 $u_r$  : 산출r에 대한 가중치  
 $v_i$  : 투입 i에 대한 가중치  
 $y_{rk}$  : k번째 DMU의 k번째 산출  
 $x_{rk}$  : k번째 DMU의 i번째 투입  
 $m$  : 총투입수  
 $s$  : 총산출수  
 $n$  : DMU의 개수

효율성 비율의 분모를 1로 하여 제약식에 위치시키면

식(3)은 다음과 같은 선형계획모형으로 변환된다.

$$\begin{aligned} \max \theta_{k^0} &= \sum_{r=1}^s u_r y_{rk^0} & (3) \\ \text{s.t.} & \\ \sum_{r=1}^m v_i x_{ik^0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &\leq 0, k=1, \dots, n \\ u_r &\geq \epsilon > 0, v_i \geq \epsilon > 0, r=1, \dots, s, i=1, \dots, m \end{aligned}$$

이 기본모형은 효율지점이 하나 이상이 도출될 경우, 어느점이 더 나은지에 대한 정보는 제공하지 못한다. 또한 투입산출물에 대한 부적절한 가중치 부여로 인해 상대적으로 높은 효율성을 나타낼 수도 있다. 이러한 문제는 가중치의 범위를 특별 영역으로 제한하는 방법인 Assurance Region 방법으로 해결 할 수 있다. AR을 설정하는 절차는 각 투입물과 산출물의 비율 대신 상한값과 하한값을 설정함으로써 각 가중치에 제한을 가하는 DEA의 제약식을 만들 수 있게 해준다. 이 제약모델인 DEA-AR모형은 Thomson et als.(1986)에 의해 제시되었으며, 투입물과 산출물의 모든 가중치 변수에 대해 제한을 첨가하는 제약식은 식(4)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} v_i l_{1,i} &\leq v_i \leq v_i u_{1,i} \quad (i=2, \dots, m) & (4) \\ u_1 L_{1,r} &\leq u_r \leq u_1 U_{1,r} \quad (r=2, \dots, s) \end{aligned}$$

위 식에서  $\alpha_i$ 와  $\beta_i$ 는 투입변수 가중치간의 비율( $v_i/v_1$ )에 대한 하한과 상한을 각각 나타내며,  $A_r$ 과  $B_r$ 은 산출변수의 가중치간의 비율 ( $u_r/u_1$ )에 대한 하한과 상한을 각각 나타낸다.

ANP와 DEA-AR을 통합하는 방법은 다음과 같다. 먼저 투입 및 산출요소를 결정 한 후, 다수의 의사결정자들에게 목표와 요인들 간의 상대적 영향력 및 중요도를 ANP를 사용하여 결정한다. ANP는 엄격한 계층적 구조를 요구하지 않으며, 요인들 간의 상호 종속관계와 피드백 과정을 포함한다. 일반적으로 ANP를 사용할 때에는 먼저 문제를 목표와 요인들로 세분화 한 뒤 상호의존성(interdependence)과 피드백(feedback)을 포함한 네트워크 모형을 구축한다. 이를 바탕으로 요인들 간 쌍대비교행렬을 통한 각 요인의 상대적 중요도를 결정한 후 이를 하부행렬로 하는 초행렬을 구축한다. 각 요인들의 가중치

가 수렴하여 안정을 유지할 때까지 무한역승(power)을 하면 최종 ANP가중치값을 얻을 수 있다. 이때 얻어진 순위정보는 DEA-AR 모델의 제약식에서 각 요인에 대한 상한과 하한값을 정하는데 사용된다.

## 2. 사용변수 및 분석자료

연구의 대상이 되는 기업을 선정하기 위해 먼저 물류산업의 정의 및 물류 기업의 범위를 선정하는 것이 필요하다. 그러나 현재 통계청의 표준산업 분류체계에 물류산업에 대한 공식적인 분류체계가 존재하지 않으므로 본 연구에서는 화물유통촉진법상의 물류산업에 대한 정의와 통계청 산업 분류의 운수업 세부기준을 보완적으로 결합한 분류기준<sup>3)</sup>을 따라 물류산업을 크게 화물운송업, 물류시설 운영업, 물류 서비스업으로 분류하였다. 화물운송업은 다시 육상, 해상, 항공화물운송업으로 나누었고, 물류시설운영업은 DMU의 제약으로 인해 창고보관업과 화물터미널 운영업을 합하여 분석하였으며, 물류서비스업은 화물운송주선업과 화물취급업으로 나누어 분석하였다.

본 연구에서는 생산요소를 노동, 자본으로 가정하고, 노동변수로 종업원수를, 자본변수로 자본총계와 고정자산, 그리고 기타 변수로 운영비용을 선정하였다. 노동은 임원 및 상시종업원 등을 종업원으로 정의하였으며, 종업원 수로 측정하였다. 노동의 대리변수를 비용이 포함된 인건비로 측정 할 수 도 있으나 종업원 수로 사용한 것은 실물단위를 그대로 DEA 모형에 사용함으로써 비효율성의 정도를 보다 적절하게 측정할 수 있기 때문이다. 자본은 고정자산의 순액으로 측정되며 고정자산은

〈표 1〉 투입 및 산출요소 선정

변수	단위	정의	
투입	종업원수	명	상시 근로자수
	고정자산	십억원	유형(토지, 건물등), 무형(영업권, 특허권 등), 투자와 기타자산(유가증권, 사채 등)
	자본총계	억원	자본금+자본잉여금+이익잉여금+자본조정 부채를 제외한 회사의 현재자금
	운영비용	억원	판매비와 관리비, 기업의 영업활동을 위해 소비된 비용 항목
산출	매출액	십억원	기업이 일정 기간 판매한 재화 및 서비스의 총량
	당기순이익	억원	기업이 벌어들인 모든 수익에서 쓴 비용과 손실을 뺀 차액. 일정기간동안의 순 이익.

3) 하현구 외 (2005).

토지, 건물, 기계장치 등이 포함된다. 이외에 경영 정도에 따른 효율성 정도를 파악하기 위해 운영비용을 기타 변수에 대한 대리로 사용하였다. 산출변수는 매출액과 당기순이익으로 산정하였다. 기업의 생산활동의 결과인 생산량으로 효율성을 측정하여야 하나 정확한 자료수집의 제약으로 인해 화폐액으로 측정된 매출액을 대용변수로 사용하였다. 매출액은 기업의 활동으로 얻는 수익으로서 이를 통해 기업의 현재의 시장 점유율과 장기적인 발전 정도를 알아볼 수 있다. 또한 기업의 일차적인 목표가 이윤추구이므로 당기순이익을 선정하였다.

위에서 정의한 물류기업들 중 2005년 말 현재 외부감사기업<sup>4)</sup>으로 등록되어 있는 기업들 중 2003-2005년간 계속 외감기업 조건을 유지한 기업으로 한정하였다. 이는 투입 및 산출변수의 재무 정보 수집을 용이하게 하기 위한 것이며, 결산 월의 차이로 올 수 있는 결과를 통제하기 위해서 12월 결산법인으로 한정하였다.

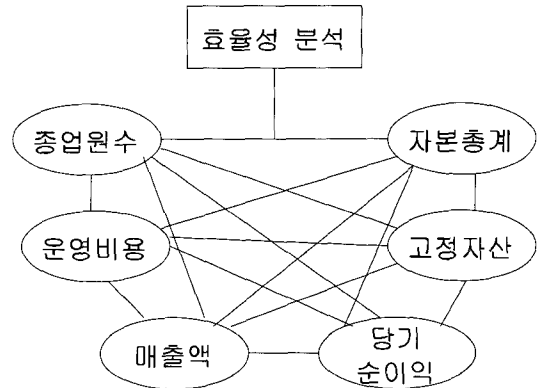
이 기업들에 DEA-ANP 효율성 산출을 위한 자료의 수집은 대한상공회의소 코참비즈(www.korcharmbiz.com)의 기업정보와 전자공시시스템(dart.fss.or.kr)의 공개 재무재표자료를 통해 데이터를 수집하였다. 또한 AR 가중치 제약식 설정을 위해 물류업체 운영자 및 종사자, 학계 및 유관기관 전문가 등을 대상으로 ANP설문지를 배포하여 총 50부를 최종 데이터 값으로 활용하였다. 위의 데이터를 바탕으로 DEA-Pro solver를 이용하여 DEA-ANP 효율치를 구하였다.

#### IV. 추정 결과

##### 1. ANP(Alytic Network Process) 분석

물류산업의 효율성을 평가하기 위한 요소간 목표와 요인들의 상호의존성을 포함하는 네트워크 모형 계층은 다음과 같다.

ANP 분석을 통해 도출된 응답자 50명에 대한 결과를 바탕으로 하여 투입변수와 산출변수 가중치에 대한 하한값과 상한값을 정할 수 있는데, 그 범위는 다음과 같다.



〈그림 1〉 물류기업 효율성 분석을 위한 ANP 네트워크 구조

〈표 2〉 변수별 가중치의 상한값 및 하한값

변 수	하한값	상한값
중업원수(v1)	0.04	0.28
고정자산(v2)	0.05	0.30
자본총계(v3)	0.05	0.21
운영비용(v4)	0.11	0.32
매 출 액(u1)	0.12	0.29
당기순이익(u2)	0.06	0.33

#### 2. 효율성 분석

##### 1) 물류 산업 전체

본 연구에서는 가중치 제약모델인 DEA-ANP 모형을 이용하여 우리나라 211개의 물류기업들의 상대적인 효율성<sup>5)</sup>을 분석하였다. 2003년부터 2005년까지 3개년 간의 물류기업들을 대상으로 DEA-CCR 기법과 DEA-ANP 기법에 의한 효율성을 측정된 결과는 다음과 같다.

〈표 3〉과 〈표 4〉는 전체 211개의 물류기업들의 각 년도별 DEA-CCR 효율성, DEA-ANP 효율성과 3개년 효율성 평균값, 효율적인 DMU를 비교한 것이다. DEA-ANP 모델을 이용하여 효율성을 분석한 결과는 다음과

〈표 3〉 전체 물류산업 효율성 측정 결과

	2003	2004	2005	전체평균
DEA-CCR	0.3411	0.2754	0.3363	0.3175
DEA-ANP	0.2135	0.1429	0.1687	0.1750

4) "주식회사의 외부감사에 관한 법률"에 근거, 직전 사업년도 자산총액이 70억원 이상인 주식회사는 매 사업년도마다 외부감사를 받도록 규정하고 있다.

5) 여기서 효율적이라는 의미는 연구에 사용된 전체 DMU와 비교했을 때 상대적으로 효율적이라는 의미를 나타낸다. 즉, "효율적이다"라는 말의 의미는 상대적인 의미로서, 본 연구에서 쓰인 투입 지향 모델의 경우 같은 산출물을 낸다는 가정하에 가장 적은 투입물을 넣는 DMU를 나타낸다.

〈표 4〉 효율적인 DMU 측정 결과

	2003	2004	2005
DEA-CCR	19	14	17
DEA-ANP	3	2	2

같다. 먼저 2003년의 경우 DEA-ANP 효율성값은 0.2135로 나타났으며, 전체 기업 중에서 3개의 기업만이 효율적인 것으로 나타났다. 이후 효율성 값은 감소하여 2004년 DEA-ANP 효율성 값은 0.1429, 전체 기업 중 2개의 기업이 효율적인 것으로 나타났다.

2005년의 DEA-ANP 효율성은 0.1687로 나타났으며, 2개의 기업이 효율적인 것으로 나타났다. DEA-ANP 모델에서 도출된 효율성 값과 효율적으로 판별되는 DMU의 개수를 비교해 본 결과, 전체 효율성의 값은 CCR 값보다 낮게 나왔으며, 효율적으로 판별되는 DMU 수도 10개 이상 감소하는 것으로 나타났다. 이는 DEA-ANP 모델이 기존의 CCR 모델을 보완하여, DMU들의 효율성 값이 과대평가 되는 것을 방지하여 판별력을 높여 주었다는 것을 증명하고 있다.

또한 효율치 범위에 따른 물류기업 수 중 효율치에 있어서 0.5이하의 낮은 효율을 보이고 있는 기업수를 살펴

보면, 2003년도 DEA-CCR 모델에서는 전체 211개의 기업 중 71%인 167개, DEA-ANP 모델에서는 전체 211 기업 중 91%인 193개 기업이 낮은 효율성을 보이고 있었다. 2004년의 경우에는 DEA-CCR 모델에서는 전체의 84%인 179개, DEA-ANP 모델에서는 전체의 96%인 202개의 기업이 0.5이하의 낮은 효율을 나타냈으며, 2005년에는 DEA-CCR 모델에서는 전체 211개의 78%인 165개, DEA-ANP 모델에서는 전체의 95%인 202개로 나타났다. 물류기업 전체적으로 봤을 때 각 연도별로 약 90% 정도의 기업에서 비효율이 존재하고 있으며, 특히 DEA-ANP 모델을 사용하여 효율성 값을 분석하였을 경우 전체 211개의 기업 중 단 1%인 2-3개의 기업만이 효율적인 것으로 나타나, 약 99% 기업은 이러한 현재의 비효율을 개선해야 할 필요가 있는 것으로 판단된다.

〈표 6〉은 전체 211개의 물류기업을 대상으로 하여 도출된 DEA-ANP 효율성 값을 다시 업종별로 나누어 효율성 평균값을 구한 결과를 나타내고 있다. 전체 물류산업 내에서 효율성이 가장 높은 업종은 해상 운송업으로, 3개년의 효율성 평균이 0.2692인 것으로 나타났다. 해

〈표 5〉 효율치 범위에 따른 전체물류기업

연도	효율성 범위 구분		DEA-CCR 효율 (전체기술효율)		DEA-ANP 효율 (가중제약포함 전체기술효율)	
			기업수	백분율	기업수	백분율
2003	0.01-0.5	비효율	167	71%	193	91%
	0.5-0.99		25	10%	15	8%
	1.00	효율	19	9%	3	1%
	계		211	100%	211	100%
2004	0.01-0.5	비효율	179	84%	202	96%
	0.5-0.99		18	9%	7	3%
	1.00	효율	14	7%	2	1%
	계		211	100%	211	100%
2005	0.01-0.5	비효율	165	78%	202	96%
	0.5-0.99		29	14%	7	3%
	1.00	효율	17	8%	2	1%
	계		211	100%	211	100%

〈표 6〉 산업별 DEA-ANP 효율성 비교

		DMU	2003	2004	2005	전체 평균	
전체		211	0.2135	0.1429	0.1687	0.175	
업종별	화물 운송업	육상운송업	40	0.1827	0.1439	0.1698	0.1655
		항공운송업	2	0.0916	0.0722	0.0746	0.0795
		해상운송업	60	0.3356	0.2273	0.2449	0.2692
	물류시설 운영업	창고보관 및 화물터미널 운영업	48	0.1310	0.0439	0.0926	0.0892
		물류 서비스업	47	0.1923	0.1532	0.1608	0.1688
		화물취급업	14	0.1514	0.0917	0.1392	0.1274

상운송업의 효율성이 다른 산업에 비해 높게 나타난 이유는 투입요소 중 고정자산을 제외한 종업원 수, 자본총계, 영업비용 등에서의 과다투입이 다른 산업보다 적었기 때문이다<sup>6)</sup>

2) 매출액 기준 상위 30대 기업

본 연구에서는 3개년 평균 매출액 기준으로 하여, 상위 30대 기업의 효율성을 비교하였다. <표 7>은 30대 기업의 효율성 비교 결과를 요약한 것이다.

매출액 기준 상위 30대 기업들이 속한 업종을 보면, 해상운송업이 12개로 전체의 40%를 차지하였으며, 그 뒤로 육상운송업 20%, 화물운송주선업 17% 등의 순으로 나타났다. 이들의 전체 효율성 평균은 0.3178로 물류산업 전체평균인 0.175보다 높은 것으로 나타났다. 이는 전반적으로 효율성이 높은 해상운송업의 비중이 크게 나타났기 때문으로 보인다. 업종별 효율성을 보면 해상운송업이 0.4229로 가장 높게 나타났으며, 화물운송주선업이 0.2945, 육상운송업이 0.2898, 화물취급업이 0.1151, 항공운송업이 0.0794의 순으로 분석되었다. 즉 매출액이 높을수록 효율성이 높게 나타나고 있음을 보여주고 있다. 효율성이 가장 떨어지는 업종은 물류시설 운영업으로 효율성이 0.0755에 그치는 것으로 나타났다. 창고보관업을 하는 기업들의 경우 전반적으로 효율성이 0.1 이하의 낮은 값을 보이고 있었고, 그 추이도 3개년간 조금씩 하락하는 모습을 보였다. 이는 단독 창고 기능만을 수행하는 기업들의 매출액 증대를 위한 수익구조 개선이 필요하며, 기업 경영 전반의 비용구조 개선도 필요하다고 판단된다.

<표 7> 매출액 기준 상위 30대 기업

	기업수	비율	효율성	비고
항공운송업	2	7%	0.0794	물류산업 전체평균 :0.175
해상운송업	12	40%	0.4229	
육상운송업	8	20%	0.2898	
물류시설 운영업	1	3%	0.0755	
화물운송 주선업	6	17%	0.2945	
화물취급업	1	3%	0.1151	
전체	30	100%	0.3178	

3) 효율성 상위 20대 기업

효율성 상위 20대기업의 효율성 평균은 0.5703으로 전체 물류산업 평균인 0.175를 크게 상회하고 있었다. 이중 해상운송업은 20개 기업 중 65%인 13개가 속해있었으며, 이들의 효율성 평균은 0.5443으로 나타났다. 특히 2003년부터 2005년까지 3개년 연속 효율성 값이 1이 나온 기업도 해상운송업에 속하고 있어, 상위 그룹의 효율성 값을 높이는데 해상운송업이 가장 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 해상운송업의 경우 수출산업 호황으로 2004년 당기순이익이 전년대비 300%상승하는 등, 수익성 증가를 측면에서 경이적인 성과를 보였기 때문에 전체 효율성 상승에 영향을 준 것으로 보인다<sup>7)</sup>.

<표 8> 효율성 상위 20대 기업

	기업수	비율	효율성	비고
해상운송업	13	65%	0.5443	물류산업 전체평균 :0.175
육상운송업	3	15%	0.4231	
물류시설 운영업	1	5%	0.3529	
화물운송 주선업	3	15%	0.4351	
전체	20	100%	0.5703	

4) DEA-ANP에 의한 경영 효율 개선안

물류기업의 경영 효율성에 대한 실증 분석을 바탕으로, 투입 지향 DEA-ANP모형을 이용하여 비효율적으로 운영되는 DMU에 대한 경영효율 개선안을 제시할 수 있다. 즉 비효율적인 DMU가 효율적인 DMU가 되기 위해서 달성해야 할 적정 투입물의 양을 나타낼 수 있는데, 효율적인 준거집합의 투입물에, 이들 준거집합의 람다값을 곱한 결과를 합산해보면 개선전략을 위한 이상적인 투입량 정보를 알 수 있다. 본 연구에서는 3개년 평균이 0.1748로 물류산업 전체의 평균에 가장 근접한 DMU 152를 대표로 선정하여 2005년도의 구체적인 경영효율 개선 방안을 살펴보고자 한다.

<표 9>를 보면 DMU 152의 경우 종업원 수와 영업비용의 과다투입으로 인한 비효율이 존재하는 것으로 나타났다. 준거집합인 DMU 152와 DMU 134를 기준으로 하였을때 이상적인 종업원수는 5명으로, 현재의 투입

6) 이는 실제 투입량은 다른 산업에 비해 해운업이 많으나, 해운산업의 매출액이나 당기순이익 등이 월등히 높기 때문에 산출대비 투입량의 과다정도는 오히려 더 작게 나타난 것이다.

7) 2005년 물류 기업 성과 분석, 한국무역협회 국제 물류 지원단.

〈표 9〉 DEA-ANP에 의한 경영효율개선안(2005)

DMU 152 ( 3개년 효율성 평균: 0.1748)								
변수	실제 투입량 (A)	준거집합				이상적투입량 (B)	과다투입량 (C=B-A)	개선요구 정도(%)
		DMU 7		DMU134				
		람다값( $\lambda$ )	투입량	람다값( $\lambda$ )	투입량			
종업원수(명)	77	0.0315	97	0.0876	21	5	68	-93
고정자산(십억)	2		19		18	2.19	+0.19	+25
자본총계(억) <sup>8)</sup>	0.001		95		0.001	-	-	-
영업비용(억)	35.33		113		7.56	4.23	31	-88

수준인 77명보다 68명을 줄여야 하며, 영업비용의 경우 4억원 정도가 이상적인 투입량으로, 현재 수준보다 약 88%인 31억원을 줄여야 효율적인 지점으로 변화할 수 있다. 그러나 고정자산은 현재의 수준보다 약 25%인 2억원 정도를 증가시켜야 효율적인 상태가 될 수 있는 것으로 나타났다.

특히 DMU 152는 현재 종업원수의 과다투입 정도가 가장 큰 것으로 나타났으므로 현재의 산출 수준을 유지한다는 가정 하에 종업원 수 감축을 위한 구조조정이 가장 시급한 것으로 분석된다. 이 외에 실제 기업 경영 환경을 고려하여 이상적 투입량 변화에 대한 우선순위를 매겨, 효율성 개선 전략으로 삼는 것이 필요하다.

## V. 결론 및 시사점

본 연구는 DEA-ANP를 활용하여 우리나라 물류산업의 효율성을 2003년부터 2005년까지 외감기업 조건을 유지한 물류기업 211개를 대상으로 하여 분석하였다. 또한 효율성 측정 결과를 바탕으로 하여 비효율을 발생시키는 원인 및 경영효율 개선안을 구체적으로 제시하였다.

분석결과 2003년부터 2005년까지 3개년간의 우리나라 물류산업 전체의 효율성 평균은 0.175로, 현재 투입물의 17.5%만을 효율적으로 사용하고 있는 것으로 나타났다. 특히 효율성이 1인 기업은 전체의 1%로 대부분의 물류기업들은 현재의 비효율을 개선해야 할 필요가 있는 것으로 나타났다. DEA-ANP 모델에서 도출된 효율성 값과 효율적으로 판별되는 DMU의 개수를 비교해 본 결과, DEA-ANP모델이 기존의 CCR모델을 보완하여, DMU들의 효율성값이 과대평가 되는 것을 방지함으로써 판별력을 높이는 것으로 나타났다.

또한 물류 산업 내에서 효율성이 가장 높은 업종은 해상운송업으로 전체 효율성 평균이 0.3692로 나타났으며, 매출액 및 효율성 상위그룹에서도 가장 많은 비율을 차지하고 있어 우리나라 물류 산업의 효율성에 해상운송업이 가장 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 물류산업 전반에 걸쳐 과다투입으로 인한 비효율이 크게 존재하고 있으나, 현재 물류기업의 매출액 및 당기순이익 증가율이 전 산업에서 1위를 차지하고 있어 이러한 비효율은 머지않은 시간 내에 점차 개선 될 것으로 보인다. 실제로 매출액 상위 30대 기업의 효율성이 전체 효율성값을 상회하는 것으로 나타나, 매출액 증대와 효율성 증진이 상관관계가 있음을 알 수 있다.

우리나라 물류산업은 전체적으로 낮은 효율성 값을 보이고 있다. 효율성 향상을 위해서는 구조조정을 통한 인원감축으로 종업원수의 과다투입을 줄여야 하며, 매출액 증대를 위한 물류업체의 대형화 및 전문화를 통한 서비스영역 확대, 지속적 투자, 활발한 해외진출 및 물류수요 유치 등의 노력이 필요하다. 이를 토대로 하여 전반적인 물류산업의 효율성 향상을 도모해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 존재한다.

물류산업의 경우 정확한 세부업종 구분이 힘든 특성이 있다. 공식적으로 분류된 업종외에 다른 사업영역의 업무도 복합적으로 수행하고 있어, 본 연구에서 비교한 효율성 값을 업종간 대표 효율성 값으로 보기에는 한계가 있다. 또한 DEA는 비교집단간의 상대적인 효율성을 측정하는 것이므로, 절대적인 효율성 값을 측정하지 못한 한계점을 가지고 있다. 또한 본 연구에서는 재무적인 지표로 한정하여 효율성을 분석 하였으므로, 향후 물류산업의 특성을 반영할 수 있는 비재무적 지표를 활용한 효율성에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

8) DEA는 입력변수인 산출물과 투입물이 모두 0보다 큰 것을 가정한다. 그러나 자본총계가 마이너스인 기업이 존재하므로 0에 가까운 값으로 대체하여 분석하였기 때문에 경영효율개선안에서는 자본총계에 대한 해석을 제외하기로 한다.



### 참고문헌

1. Allen. R., A. Athanassopoulos, et als.(1997), "Weight restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis: Evolution, development, and future directions", Annals of Operations Research, V.73, pp. 13~34.
2. Charnes, A., W. Cooper and Rhodes.(1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, V.2, pp.429~441.
3. Sarkis Joseph(1999), "A Methodological framework for evaluating environmentally conscious manufacturing programs", Computers & Industrial Engineering, V.36(4), pp.793~810.
4. Saaty, TL(1980), "The analytic hierarchy process". New York, NY: McGraw-Hill.
5. Sanjay, Jharkharia, et al.(2005), "Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach", The international Journal

of Management Science, V35(3), pp.274~289.

6. 고상순(2003), "DEA 모형을 이용한 전라북도 지역 신용협동조합의 효율성 측정에 대한 연구", 회계정보연구, V.19, 한국회계정보학회, pp.221~236.
7. 박명섭, 안영효(2003), "DEA-AR을 이용한 우리나라 도로화물운송업체의 효율성 분석", 한국SCM학회지, V.3(2), 한국SCM학회, pp.61~68.
8. 임병학(2003), "ANP와 DEA 결합모형을 통한 은행의 성과방법론에 관한 연구", 한국경영과학회/대한산업공학회춘계공동학술회, pp.944~951.
9. 하헌구 외.(2005), "종합물류기업 세제지원 방안의 경제적 효과 분석", 정석물류통상연구원.
10. 한국무역협회 국제 물류 지원단(2005), "물류기업 경영 성과 분석".

### 참고사이트

코참비즈 : [www.korcharmbiz.com](http://www.korcharmbiz.com)  
 전자공시시스템 : [dart.fss.or.kr](http://dart.fss.or.kr)

✉ 주 작 성 자 : 하헌구  
 ✉ 교 신 저 자 : 하헌구  
 ✉ 논문투고일 : 2007. 2. 24  
 ✉ 논문심사일 : 2007. 4. 10 (1차)  
 ✉ 심사판정일 : 2007. 4. 10  
 ✉ 반론접수기한 : 2007. 10. 31