



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

物流學碩士 學位論文

장강 내륙항 효율성 분석에 관한 연구

A Study on the Efficiency Analysis of the Yangtze River
Inland Ports



指導教授 辛 昌 勳

2013年 11月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템學科

왕 방

物流學碩士 學位論文

장강 내륙항 효율성 분석에 관한 연구

A Study on the Efficiency Analysis of the Yangtze River
Inland Ports



2013年 11月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템學科

왕 방

本 論 文 을 WANG FANG의 物 流 學 碩 士 學 位 論 文 으 로
認 准 함.

委 員 長 工 學 博 士 申 宰 榮 印

委 員 工 學 博 士 南 奇 燦 印

委 員 工 學 博 士 辛 昌 勳 印

2013 년 12 월

한 국 해 양 대 학 교 대 학 원

- 목 차 -

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적	1
제 2 절 연구의 내용 및 구성	3
제 2 장 선행연구	6
제 1 절 중국의 내륙항 관련 연구	6
제 2 절 DEA(Data Envelopment Analysis) 관련 연구	9
제 3 장 장강 항운 현황	12
제 1 절 장강 현황	12
제 2 절 장강 수운 시장 발전	14
제 4 장 방법론	18
제 1 절 DEA 개념 및 모형	18
제 2 절 CCR 모형	20
제 3 절 BCC 모형	22
제 5 장 실증분석	24
제 1 절 분석방법	24
제 2 절 기초통계량	26
제 3 절 효율성 분석	28
제 6 장 결 론	33
제 1 절 연구결과 요약 및 시사점	33
제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구방향	35
참고문헌	36

- 표 목 차 -

< 표 1-1 > 중국의 내륙항 분포	3
< 표 1-2 > 장강 물동량(2006년~2011년)	4
< 표 2-1 > DEA 기법 활용한 항만 효율성 분석에 대한 연구	10
< 표 3-1 > 장강 각년 물동량	12
< 표 3-2 > 장강 각년 십대 항만 물동량	13
< 표 3-3 > 2011년 화물별 장강물류시장 처리량 현황	16
< 표 5-1 > 투입변수 및 산출변수	24
< 표 5-2 > 장강 주요 간선 내륙항 데이터 현황(2011)	25
< 표 5-3 > 투입변수 및 산출변수의 기술통계량	26
< 표 5-4 > 효율성 분석결과(2005-2011)	27



- 그림 목 차 -

< 그림 1-1 > 연구의 구성	5
< 그림 3-1 > 2011년 장강 6성2시 수운화물량	14
< 그림 3-2 > 2011년 장강 인근 지대 항만물동량 분포도	15
< 그림 5-1 > 장강 간선 내륙항 분포도	23
< 그림 5-2 > 장강 간선 내륙항 상류·중류·하류 분포도	30



A Study on the Efficiency Analysis of the Yangtze River
Inland Ports

장강 내륙항 효율성 분석에 관한 연구

WANG FANG

Department of Logistics System
Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

In this study, as for the 21 main trunks which are located in the Yangtze River and currently receive attention in the Chinese inland port, DEA analysis was performed utilizing input variables and output variables data analysis. Through this, the effectiveness of each method was examined. In addition, classifying each region into upstream, midstream and downstream and providing the pros and cons of the geographic strategies regarding the development of the Yangtze River, the implications can be drawn to improve the overall efficiency of the Yangtze River.

These results suggest that the entire Yangtze River inland port development strategy can plan development in the long term not by the investment toward the whole, but by the investment based on local environment or characteristic. Examining upstream, midstream and downstream, there are inland ports, which serve as hub ports and it is

found out that they exist because they either are superior in geographical conditions to other ports or have the benefit of the economic development of its municipal area. Thus, the gradual development of the Yangtze River in China should be preceded in order to further develop the inland ports.



제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

중국의 경제가 급속도로 발전하게 되면서 항만물류분야도 함께 성장하고 있다. 교통운수부(交通運輸部)에서는 신 중국 성립 초기 중국 항만의 연간 물동량은 천만 톤에 불과했으나 2009년 79억 5,700만 톤을 달성하여 7년 연속 세계 1위를 기록했다고 언급한 바 있다. 또한 물동량이 1억 톤 이상인 항만도 2008년 16개에서 2009년 20개로 증가했다고 언급했다. 또한 중국의 주요 항만인 상하이, 선전, 닝보·저우산, 칭다오, 톈진, 샤먼, 다롄항의 물동량은 2004년 50,648,000TEU에서 2011년 129,620,000TEU로 증가하면서 연평균 증가율이 약 18.7%인 것으로 나타났다. 이처럼 급증하는 물동량에 대처하기 위하여 중국 정부에서는 관련 정책 및 발전계획을 수립하였다.

이러한 노력은 연해항 뿐만 아니라 내륙항으로도 이어지고 있다. 장강(長江)과 같은 대규모 하천에서의 정책은 항로 건설, 내륙항 수송선의 표준화 및 항만 확장 추진, 석탄·석유·철광석·컨테이너 등과 같은 전용 물품 수송 시스템의 강화, 연해 지역 항만 클러스터의 근대화 향상 등이 계획되어 있다(ERINA REPORT, 2012).

2010년을 기준으로, 중국 항만의 만 톤 이상 선석 수는 연해항이 1,343개, 내륙항이 318개로 총 1,661개로 2009년과 비교하면 101개가 증가하였다. 이처럼 증가하고 있는 물동량에 대처하기 위한 항만의 꾸준한 개발은 계속되고 있다. 장강 지역의 상·중·하류의 항로 통항조건을 대폭 개선시키거나, 경항운하(京杭運河) 통항두절 문제 해결 등과 같은 다양한 사안이 그 예이다. 2007년 6월 중국 교통부에서는 중국의 내하수계 개발을 위한 종합적인 계획인 ‘전국 내하항로 및 항구배치계획’을 발표했다. 이는 증가하고 있는 물동량에 비해 항로나 항만의 조건이 열악하여 장애요인으로 부각되고 있는 점을 개선시키기 위한 노력으로 볼 수 있다. 실시기간은 2007년에서 2020년까지이며, 내하수계의 현대화를 추진하고 운수선박의 대형화와 표준화를 촉진하는 것이 목표이다. 특히 장강의 경우 상하이의 주요 컨테이너 터미널과 직결된다는 장점을 가지고

있으며, 상하이항과 닝보항의 중간 거점항 역할을 하고 있기 때문에 주목받고 있다.

장강 유역에는 중국의 자치구 가운데 19개의 성이 위치하고 있으며, 유역면적은 약 180만km²이다. 간선허로 전체 길이는 6,300km이고 수운 통항 길이는 2,838km이다. 또한 장강 하류에 위치하고 있는 난징(南京), 난통(南通), 소주(蘇州) 세 항만은 전체 장강 물동량의 46%를 차지하고 있다.

장강 유역 지역은 중국 경제총량의 40% 이상을 집중하고 있고, 전국의 경제 발전 중에 중요한 자리를 차지하고 있다. 한 통계에 따라 장강 유역 37개 지목 이상 도시의 토지 면적은 장강 전 지역 면적의 23%, 인구의 40%, GDP의 60%, 대외무역 수출액의 93%까지 차지했다. 초보적인 유역 경제 산업 밀집지대와 핵심 지역을 형성되었다. 장강 유역의 강철, 석유화학, 자동차, 화력 발전의 생산량은 전국의 36%, 28%, 47%, 16%를 차지하고, 장강 주변 대형기업 생산의 필요한 철광석, 원유, 석탄의 80%, 72%, 83%는 전부 장강 수운을 통해 보장이 되었다.

2011년부터 2012년까지 전국 내륙항의 건설에 대해 888억위안의 투자를 했다. 그 중에 장강 유역 7성2시의 내륙항 건설 투자가 689위안 완성되었다. 2013 상반기 장강 유역 7성2시의 투자액은 208억위안, 전국 내하 투자의 83%를 차지하고 있고, 단지 2년 동안 바로 “十一五”의 총수를 초과했다.

이에 따라 본 연구에서는 현재 주목받고 있는 중국 내륙항 가운데 장강에 위치하고 있는 21개의 주요 간선허의 효율성을 분석한다. 그리고 각각의 간선허을 상류·중류·하류로 구분하여 그 특성을 살펴본다. 이를 통하여 지리적 장 단점을 고려한 효율화를 도모하기 위한 발전방안을 제시하고자 한다.

제 2 절 연구의 내용 및 구성

2.1 연구의 내용

내륙항(內陸港)이란 내륙에 강 또는 운하가 있어 항해가 가능한 지역의 항구를 의미한다(김순갑 2012). 중국의 내륙항이 분포하고 있는 지역은 장강, 경항대운하 및 화이하 수계, 헤이룽강 및 송화강 수계, 주강 수계 등 4개의 강으로 구분할 수 있다. 장강수계에는 49개의 내륙항이 있으며, 경항대운하 및 화이하 수계에는 13개, 헤이룽강 및 송화강 수계에는 9개, 주강수계에는 24개의 내륙항이 있다. 각 내륙항의 종류는 다음의 표와 같다.

< 표 1-1 > 중국의 내륙항 분포

구분	내륙항	빈도
장강(양쯔강) 수계	상해시 내하항, 장가항항, 난징항, 남통항, 전장항, 무시항, 장인항, 태주항, 옌청항, 양주항, 무호항, 안칭항, 마안산항, 허페이항, 병부항, 소호항, 퉁링항, 지주항, 화이난항, 감주항, 지안항, 장수항, 난창항, 주장항, 반양항, 웨양항, 창사항, 주주항, 이양항, 무한항, 형주항, 이창항, 황스항, 귀양항, 준의항, 퉁린항, 첸둥난항, 안순항, 비제항, 노주항, 이빈항, 낙산항, 난충항, 충칭항, 소통항, 쿤밍항, 추슝항, 석천항, 소주항	49개
경항대운하 및 화이하 수계	지닝항, 등주항, 창주항, 서주항, 회안항, 쑤첸항, 항주항, 호주항, 소홍항, 처주항, 루안항, 푸양항, 호주항,	13개
헤이룽강 및 송화강 수계	할빈항, 자무쓰항, 헤이하항, 동강시, 무원항, 조원항, 광정항, 푸진항, 나북항	9개
주강 수계	칭텐항, 여수항, 포산항, 호문항, 강문항, 중산항, 조경항, 윈푸항, 칭윈항, 하윈항, 소관항, 귀항항, 오주항, 난닝항, 유주항, 내빈항, 백색항, 첸시남항, 첸남항, 육반수항, 푸닝항, 위시항, 취징항, 문산항	24개

자료 : China port year book(2012)

내륙항의 발전은 중국 국가발전 전략의 차원에서도 중요하다. 그러나 관련 법규나 정책이 체계화되지 못한 부분도 존재하고, 접안능력의 문제로 선박의 평균 톤급이 제한적일 수 있다는 문제점도 있다. 내하항운은 다른 운송방식과 비교하면, 전 세계적으로 이슈가 되고 있는 탄소배출량을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한 강줄기를 따라 내륙 사이사이를 통과하는 것이 가능하므로 접근성이 뛰어나며, 저렴한 운임으로 효율적인 운송이 가능하다는 장점이 있다.

중국 전체의 경제는 꾸준하게 성장하고 있으며, 이에 따라 물동량도 함께 증가하고 있다. 따라서 중국 내륙 곳곳을 연결하면서 경제성도 뛰어난 내륙항의 역할이 주목받고 있다. 장강의 물류 운송시스템은 크게 상류·중류·하류로 구분할 수 있으며, 상하이와 인접한 하류의 경우 물동량은 매우 높다. 특히 앞서 서론에서 언급한 바와 마찬가지로 장강 하류의 난징, 난통, 소주 세 항만은 전체 장강 물동량의 46%를 차지하고 있다. 다음의 표는 2006년부터 2011년까지 장강의 물동량을 정리한 것이다.

< 표 1-2 > 장강 물동량(2006년~2011년)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
화물물동량 (만톤)	78,000	91,800	101,500	113,000	138,500	158,000
대외 무역 화물물동량 (만톤)	9,551	11,500	11,700	14,000	16,900	19,600
컨테이너 물동량 (만TEU)	402	554	696	720	908	1,119
여객물동량 (만인)	851	435	834	745	1,709	1,507

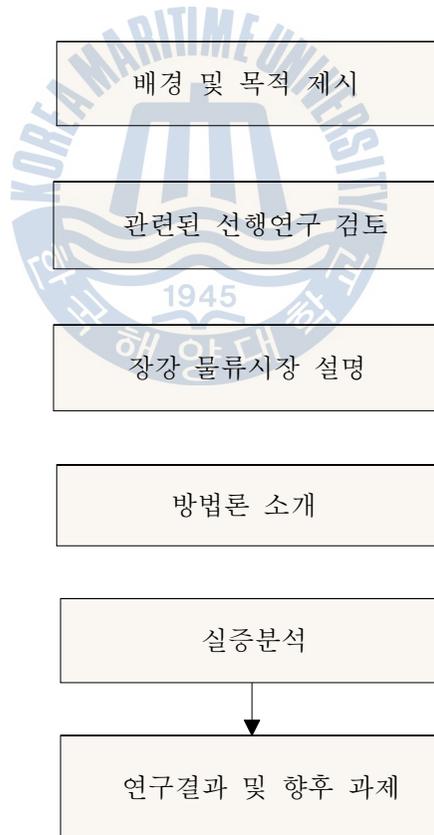
자료 : China Port year book(2006-2012 각 년호)

장강의 발전 가능성과 그 활용도는 앞서 제시한 바와 같이 매우 높다. 따라서 본 연구에서는 장강에 포함되어 있는 주요 간선 내륙항 21개를 분석의 범위로 설정하였다. 그리고 각각의 내륙항이 얼마나 효율적으로 운영되고 있는지

DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 활용하여 분석하고자 한다. 이를 통하여 각 내륙항에 따른 효율성 차이가 어느 정도인지를 확인하고, 지리적 장단점을 고려한 효율적 발전방안을 제시하고자 한다.

2.2 연구의 구성

본 연구는 구성은 다음과 같다. 1장에서는 연구의 배경 및 목적과 구성을 제시한다. 2장에서는 내륙항 및 장강, 그리고 DEA와 관련된 선행연구를 실시한다. 3장에서는 주로 장강 물류시장에 대해서 설명하다. 그리고 4장에서는 본 연구를 위한 방법론을 설명하고, 5장에서 실증분석을 수행하고 그 결과를 도출한다. 끝으로 6장에서는 연구결과를 요약하고 시사점 및 한계를 제시하며 구성을 도식으로 나타내면 아래 <그림1-1>과 같다.



<그림 1-1> 연구의 구성

제 2 장 선행연구

제 1 절 중국의 내륙항 관련 연구

과거 중국의 내륙항을 이용하는 선박들은 대부분 노후화된 선박이거나 소형 목선인 상태였다. 화물의 상하역과 관련된 업무는 인력 중심으로 이루어졌으며, 항로에 대한 관리도 미흡하여 정비가 매우 부족한 상태였다. 1949년 중국 교통부가 연해 주요항구를 직접 관리하기 시작하면서 이에 대한 정비가 시작되었다. 제1차 5개년 계획기간에 항로의 복구 및 중점항구의 건설을 진행하였으며, 설비기술의 개선이 추진되었다. 1979년 중국의 개방이 본격적으로 추진되면서 연해항만도시의 경제특구가 지정되고, 수운 인프라가 발전하였다. 이에 따라 운송량도 증가하기 시작하였다(한국교통연구원, 2012).

중국의 물류와 관련된 다양한 인프라가 발달하면서 내륙항을 활용하는 화물의 물동량도 매년 크게 증가하고 있다. 따라서 이와 관련한 연구들도 다양하게 진행되고 있다. Mao(2008)는 제 4대항만 이론을 활용하여 내하항만의 전략에 대해 분석하였다. 각 항만에 대한 정의를 내리고 SWOT 분석을 통해 주요 문제점을 분석한 후 소형 내륙항들의 발전전략을 제시하였다. Ge Zhiwei(2006)는 중국과 미국 내하항운의 발전과정을 정리하고 내하운송지표를 통해 서로 비교하였다. 또한 중국 내하의 대표적인 주장수계와 미국 미시시피강의 항운 분석을 통해 중국 내하항운의 발전전략을 제시하였다.

중국의 내륙항에 대한 관심이 집중되면서 장강수계, 경항대운하 및 화이허수계, 헤이룽강 및 송화강 수계, 주장 수계 등에 대한 세분화된 연구도 존재한다. 특히 본 연구에서 다루고자 하는 장강은 2009년 15억 위안 투자를 시작으로, 2020년까지 총 436억 위안을 투자하여 개발 될 지역이다. 이러한 투자를 통해 장강이 중국 내륙과 연해를 연결하는 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 장강과 관련된 연구는 다음과 같다.

Cheng(2006)은 장강유역의 컨테이너 운송방식에 대해 민감도분석을 실시하였다. Liu et al.(2009)의 연구에서는 장강유역의 컨테이너 운송방식에 대한 연구를 통해 장강에서부터 양산까지 최적의 운송방식에 대한 제안을 하였다. 국

개발계획위원회 국토지구연구소(1999)에서는 장강 각 지역 간의 자원배치, 종합경제력, 경제개방 정도, 투자환경 등이 서로 상이하고, 수송시설이 미흡하며, 지역별 특색 있는 상위 산업군이 형성되지 않고 있다고 주장하였다. 따라서 상류·중류·하류 지역 간의 분업을 통하여 합리성을 도모해야 한다고 제안하였다.

아제다카지로우(2003)는 중국 상하이와 장강 유역권을 중심으로 중국 물류에 대한 연구하였다. 1990년대에 들어 가속화되고 있는 세계화 추세는 중국을 한꺼번에 ‘세계의 공장’ 이라는 스타덤으로 밀어 올렸다. 중국으로 향하는 원유 및 철광석 등의 원재료나 상품 등 중간재의 커다란 흐름이 생겨났고, 중국으로부터는 유럽시장이나 다른 아시아 여러 나라로 가구, 의류 및 전기기구를 비롯한 여러 가지 소비재가 독을 무너뜨리는 듯한 모양으로 수출되고 있다.

黃强(2006)는 구체적인 장강 항운 물류발전의 현황, 전략, 수요, 목표, 배치와 조치를 연구했다. 장강 항운 물류 수요에 대하여 한계와 예측을 진행했다, 비교적 합리적인 장강 항운 물류 발전 목표 평가 체계를 건립했다. 구체적인 장강 항운 발전 물류의 시간과 공간 배치를 연구했다. 그리고 장강 항운 물류발전의 전략 중점과 전략 조치를 제시했다.

沈玉芳(2000)등은 지역 경제 협조와 조화롭게 발전 과제와 함의의 연구 토론을 통해 상하이와 장강 중상류 지역 경제협조와 조화롭게 발전의 현황과 문제를 분석했다. 이 바탕으로 상하이와 장강 중상류 지역 조화롭게 발전의 잠재력과 유리한 조건을 상세히 논술했다. 이를 상하이와 장강 중상류지역 경제 조화롭게 발전의 방향, 방식과 효과적인 방법을 실현하는 것을 탐구했다.

이종원(2007)의 연구에서는 상하이항과 장강유역이 꾸준히 개발되고 있으며 그 역할이 확대되고 있다고 언급하였다. 그리고 이에 대한 우리나라의 대응방안을 크게 세 가지로 제시하였다. 중화물류권의 성장에 따른 우리 선사들의 차별화된 서비스와 네트워크, 장강 유역에서 화물운송 서비스 사업 참여를 위한 중국기업과 합작투자, 그리고 상하이항과 장강 개발에 따른 환황해권 해상교통망 구축 등이 그 대응방안이다. 또한 경제·인문사회연구회(2010)의 한·중 물류협력 연구 사업에서는 중국 장강지역 진출방안을 수립하기 위한 연구를 실시하였다. 이는 중국의 물류환경에 대한 체계적이고 종합적인 연구가 부재한 시점에서 특히 중국 최대 물류 시장인 장강지역에 대한 분석을 실시하여 국

내·국제 물류 정책의 새로운 방향을 모색하는 것이 그 목적이다. 또한 장강지역 물류시장의 문제점을 바지운송 참여 제한, 높은 내륙 물류비용, 지역물류업체의 독점적 지위 등으로 지적하고 한국과의 협력 방안을 한중 물류협력 채널 정례화, 물류기업 대형화 및 장강지역 진출 지원 촉진, 복합운송 및 3자 물류 촉진, 전문 인력 양성 및 인적교류 촉진, 연구부문 교류 활성화, 한중간 투자 협력사업의 촉진 등으로 제안하였다. 한국교통연구원(2012)의 연구에서는 중국 수운의 현황과 전망에 대하여 분석하였다. 특히 중국 내륙항의 선석, 선박현황, 운송량 등과 같은 다양한 분야에 대하여 정리를 하였다.

본 연구에서는 중국의 내륙항 가운데 특히 주요 지역으로 성장하고 있는 장강에 대하여 분석을 실시한다. 장강의 물동량의 변화와 관련된 데이터를 수집하고, 장강 내에 위치하고 있는 21개의 주요 내륙항 각각에 대한 효율성을 분석하고 시사점을 도출하고자 한다.



제 2 절 DEA(Data Envelopment Analysis) 관련 연구

투입요소를 활용하여 산출물을 생산하고 있는 조직의 효율성을 평가하기 위한 방법으로 활용되고 있는 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 사용하여 항만의 효율성을 측정하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. DEA는 사용 목적에 따라 여러 가지 모형이 있으며, 투입요소와 산출요소의 자료를 이용하여 효율성을 측정하는 비모수적 접근 방법이다. 본 연구에서는 중국 장강의 주요 내륙항 21개에 대하여 DEA 모형을 통한 효율성을 측정한다. DEA 모형에 대한 자세한 언급은 다음 장에서 계속 다룰 예정이다.

먼저 DEA 모형을 활용한 항만 관련 연구는 다음과 같다. Liu and Zhang(2012)의 연구에서는 DEA와 Malmquist 지수를 활용하여 중국 안후이성 내륙항의 효율성을 분석하였다. 안후이성에 위치한 5개의 주요 내륙항에 대하여 2002년부터 2010년까지의 데이터를 활용하여 분석하고, 항만 효율성 변화의 원인을 파악한 후 배후 경제의 미래 발전에 대한 제안을 하였다. Wang and Meng(2012)은 SBM-DEA 모형을 활용하여 중국 내륙항과 연해항의 효율성을 비교하였다. 이 연구에서 중국 내하는 규모나 전문화 부분이 부족하고 선박 선형의 표준화 정도가 낮으며 항만 운송시설이 낙후되어 있다는 점을 지적하였다. 또한 SBM-DEA 모형을 활용하여 내륙항과 연해항의 차이와 그 원인에 대한 분석을 하고 개선방안을 제안하였다.

송재영과 신창훈(2005)은 DEA 모형을 통해 부산항을 포함한 세계 주요 컨테이너항만의 효율성을 상대적으로 분석하였다. 1995년에서 2001년까지의 데이터를 시계열적으로 분석하여 각 항만의 효율성 변화를 파악하고 이를 통하여 부산항의 효율성을 도모하기 위하여 벤치마킹(Benchmarking)해야 할 대상을 구체화 하였다. 김선구와 최용석(2012)의 연구에서는 컨테이너터미널의 투입자원 중에 컨테이너 처리에 직접적인 영향을 미치는 하역장비를 중점으로 효율성을 평가하였다. 이를 위하여 AHP와 DEA를 통합한 모형을 적용하였다. 박재훈과 배혜림(2013)의 연구에서는 자원의 중요도를 고려한 항만 효율성의 단계적 개선 방법에 대하여 분석하였다. 효율성에 결정적인 영향을 미치는 자원을 고려하여 P-DEA(Priority DEA) 모델을 제시하였다. 또한 P-DEA와 계층적 DEA를 결합하여

자원 개선의 우선순위를 고려한 단계적 개선을 할 수 있는 SIP-DEA(Stepwise improvement p-DEA method) 방법을 제시하였다. 방희석과 강효원(2011)은 글로벌 해운선사에 대한 재무성과효율성(EFP)과 컨테이너화물취급 운영성과효율성(EOP)을 정태적·동태적 관점에서 분석하였다. 이를 통하여 해운산업 위기 극복을 위한 선사의 전략을 제시하였다.

본 연구에서 초점을 두고 있는 장강에 대하여 DEA 모형으로 분석을 한 연구는 다음과 같다. 먼저 Wang and Bizhiwen(2010)은 3-stage DEA 모형을 통해 중국 내륙항의 경영효율성과 문제에 대하여 분석하였다. 또한 내륙항의 효율성을 향상시키기 위한 대안을 제시하였다. 안승범과 임미순(2012)의 연구에서는 한국과 중국의 유사 항만군 간 비교를 실시하였다. 중국 장강 유역의 난징항, 충칭항 등 17개 항만과 한국의 광양항, 인천항, 평택·당진항 등 6개 항만의 효율성을 분석하였다. 분석의 결과 중국 장강유역의 항만은 급속한 성장에 비해 효율성은 떨어지는 것으로 나타났다.

< 표2-1 > DEA 기법 활용한 항만 효율성 분석에 대한 연구

연구자	연구대상	방법	사용변수	
			투입	산출
송재영(2005)	세계 53개 항만	DEA	선석길이, 총면적, G/C장비, 야드장비, CFS면적, 총노동시간	총 처리물동량
방희석, 강효원(2011)	12개 글로벌해운선사	DEA	총자산, 컨테이너선박수, 컨테이너선박량	매출액, 영업이익, 컨테이너화물취급실적
김선구, 최용석(2012)	광양항, 부산항 신항, 12개 컨테이너터미널	AHP, DEA	C/C 수, T/C 수, Y/T 수, R/S 수	총 화물처리량
Liu and Zhang(2012)	안후이성 5개 내륙항	DEA, Malmquist 지수	선석길이, 선석수	총 화물처리량
Wang and Meng(2012)	14개 중국 내륙항과 17개 연해항만	SBM-DEA	선석길이, 선석수	화물 물동량
박재훈, 배혜림(2013)	전 세계 34개 대표 항만	SIP-DEA	선석길이, 부두총면적, CFS, 적재 장비수	양하 컨테이너수, 적하 컨테이너수

본 연구에서는 중국 장강에 위치하고 있는 21개의 주요 내륙항에 대하여 투입변수와 산출변수 데이터를 활용한 DEA 분석을 실시하고, 이를 통하여 각각의 효율성을 확인한다. 또한 각 지역을 상류·중류·하류로 분류하여 지리적 장단점을 고려한 발전전략을 제시하여 장강 전체의 효율화를 제고할 수 있는 시사점을 도출하고자 한다.



제 3 장 장강 항운 현황

제 1 절 장강 현황

장강 황금수도는 동서 관통, 남북 연결, 강과 바다를 통해 일관, 지리위치 매우 우월한 항운 수로이다. 그리고 중국 동부 연해와 고통 중국 “T” 자형 경제발전 주축선을 구성하고, 동, 중, 서부 3대 지역 경제 조화롭게 발전을 실행하는 중요한 유대, 중국 정부 대외개방 정책과 서부 대개발 계획을 실시하는 중요한 바탕, 장강 연안 경제 급속 발전하는 중요한 지탱이다.

1978년 장강 유역의 항만 물동량의 합계는 0.8억톤도 부족하여, 30여년의 발전을 통해 장강 항만 물동량은 매년 22.12%의 속도로 증가했다. 각년의 물동량은 표3-1와 같다.

< 표3-1 > 장강 각년 물동량

년도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계							
화물물동량 (만톤)	65351	78773	91822	101543	113213	138480	158054
비율(%)	-	20.5	16.6	10.6	11.5	22.3	14.1

자료 : China Port year book(2006-2012 각 년호)

2011년 항만 물동량은 15.8억톤; 34년 전의 19배 이상이다. 2011년까지 장강 유역 이미 9개 억톤급 항만이 있다: 소주항, 남징항, 남통항, 장인항, 태주항, 충칭항, 태창항, 무한항. 따로 물동량은 천만톤 넘는 항만이 10몇개 있다.

< 표3-2 > 장강 각년 십대 항만 물동량

단위:만톤

년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2005	소주	난징	난통	전장	강음	무한	무호	마안산	안칭	태주
	11919	10714	8326	5814	4278	4020	3754	2002	1834	1567
2006	소주	난통	난징	전장	강음	무한	무호	안칭	통린	치주
	15402	10386	10091	6318	5786	5034	3929	2839	2405	1952
2007	소주	난통	난징	전장	강음	무한	무호	마안산	통린	안칭
	18377	12339	10858	7824	7218	5278	4680	3684	2860	2852
2008	소주	난통	난징	강음	전장	무한	무호	마안산	통린	안칭
	20729	13214	11125	8740	8704	5591	5513	4697	2871	2800
2009	소주	난통	난징	강음	전장	충칭	무호	무한	마안산	태주
	14634	13641	12146	10845	8714	7550	5710	5409	4191	3517
2010	소주	난통	난징	강음	전장	충칭	무한	무호	마안산	태주
	32876	15026	14720	10845	10633	9601	6620	6609	4813	4290
2011	소주	난징	난통	강음	전장	충칭	무한	무호	마안산	태주
	38006	17833	17331	12934	11806	11424	7602	7473	5307	4985

자료 : China Port year book(2006-2012 각 년호)

21세기 후에, 장강 유역 항만은 빠른 속도로 발전단계에 진입하고 있다. 그리고 주로 석탄, 광석, 컨테이너, 자동차등 일련의 전문화 버드 건설과 주변 지역의 재설립 공사를 계속해서 개선되고 있다. 현재 장강 간선의 생산용 항만 선석수는 4036개, 종합 항만 처리능력은 36.2억톤, 만톤급 선석수는 389개, 컨테이너 전용 선석수는 136개, 중한 통과능력은 2061.26만 TEU.

장강유역의 경제 급속 발전하는 것은 장강항구를 발전시키는 강대한 원동력이다. 오늘날 중국의 경제는 새로운 급속 발전기에 들어가다. 산업구조를 조정하고 향상시키고, 중화학공업은 신속하게 발전하는 것은 거대한 교통운송 수요를 야기하다. 최근 몇 년간에, 장강 연안 각 주요 성과 도시의 GDP는 연속 10%이상의 증가율을 유지하다. 연안 경제의 강력한 발전추세가 되고 컨테이너, 자동차로, 석유 화학 제품을 포함하는 전문적인 운송은 해마다 증가되었다. 특히

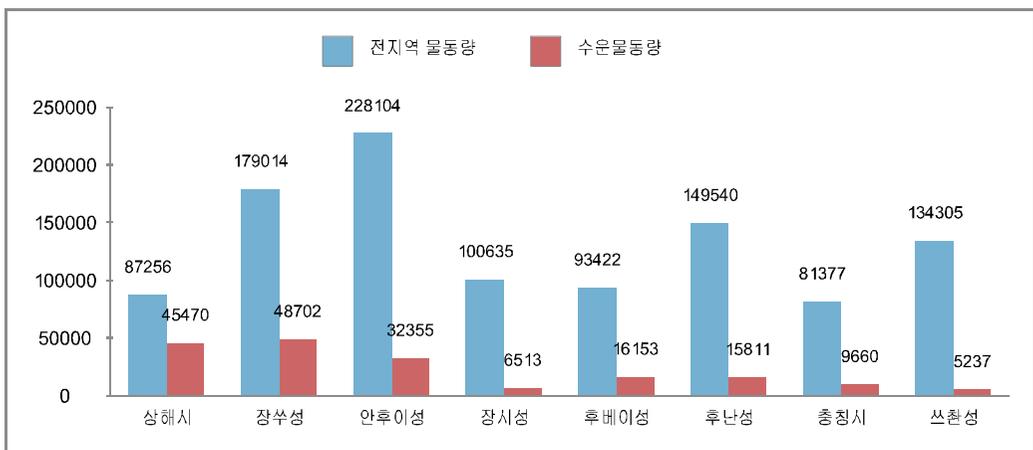
장강 간선의 컨테이너 운송은 큰 폭으로 증가하였다. 운송수요도 아주 왕성하다. 따라서, 산업발전에서 항만의 종합 효율성을 연구하는 것은 더 의미가 된다.

제 2 절 장강 수운 시장 현황

2.1 장강 물류 시장

장강 항운 물류 시장은 주로 장강 유역지역 6성2시(6省2市)가 장강 항운에 의지하여 물류활동을 처리하는 것으로 구성된다. 장강 유역 지역은 자연자원 풍부하여, 농업 경제 비교적인 발달하고, 공업산업 비교적인 완비되고, 도시화 수평이 높고 경제 활동의 기반을 형성하는 기초적인 시설 조건이 양호하여, 인구가 조밀하고 인재 밀집하고 광활한 경제 배후지와 국내시장을 소유하고 있다. 장강은 중국 동, 중, 서부지역을 연결하는 중요한 유대, 다른 것과 바꿀 수 없는 지위와 작용을 가지고, 장강 유역 지역 경제 사회발전의 중요한 지탱이다.

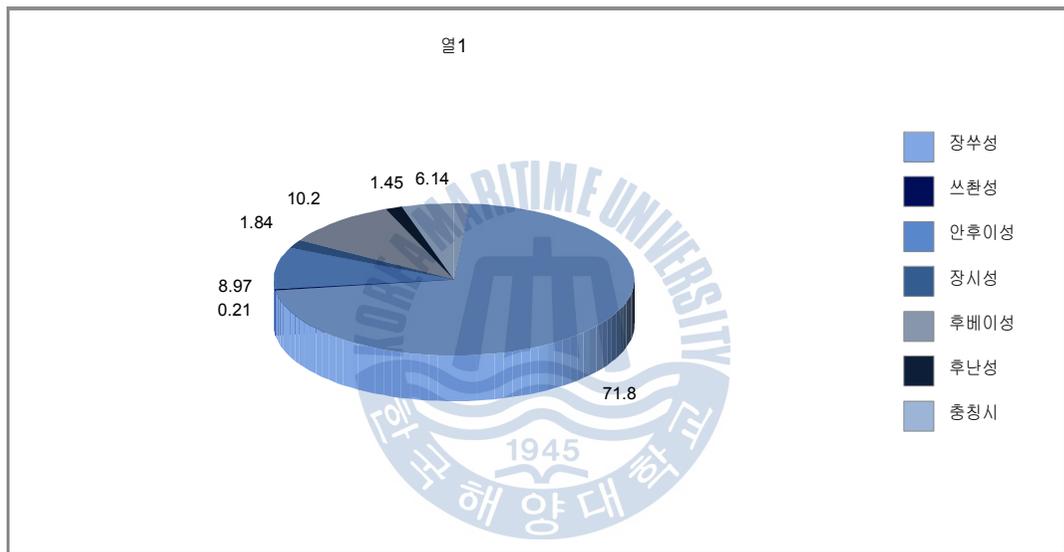
장강 인근 지대 6성2시의 수운량은 장강 항운 물류의 중요한 부분이 구성되고, 그 화물운송량이 어느 정도에 장강 항운 물류시장의 크기를 구현하다. 2011년 장강 화물 운송량은 17.9억톤에 도달했다, 전국 화물수송량의 20%를 차지하다. 장강 수계 화물 환적량은 전국 화물환적량의 60% 차지하고 있다. 그중에 장강 간선 주요 항만들의 화물운송량은 16.6억톤이고, 2010년에 비해 14.1% 증가했다.



<그림 3-1> 2011년 장강 6성2시 수운화물량

2011년 장강 인근 지역의 14개 성시 항만들은 29.81억톤 수운물동량이 완성되었다. 동기에 보다 12.65% 증가했다. 화물물동량이 33.93억톤, 동기에 보다 11.9% 증가했다. 장강 간선 이반항, 루저우항, 충칭항, 의창항, 형주항, 웨양항, 무한항, 황석항, 주장항, 안칭항, 치주항, 퉁린항, 무호항, 마안신항, 난징항, 전장항, 양주항, 태주항, 강음항, 소주항, 난통항등 21개 항만들은 모두 15.8억톤 화물을 처리하여, 전년에 보다 14.1%를 증가했다. 그중에 대외무역 화물처리량은 1.96억톤을 완성하여, 전년에 보다 16.1%를 증가했다; 컨테이너 물동량은 1119.1만TEU를 완성하여, 전년에 보다 23.2%를 증가했다.

단위:%



< 그림 3-2 > 2011년 장강 인근 지대 항만물동량 분포도

2.2 화물별 물류시장 현황

2011년 장강 항운 물류 시장중의 석탄, 석유 및 가스, 광석, 강철, 건설재료, 자동차, 컨테이너등 화물처리량은 다음 표3-3와 같다.

< 표 3-3 > 2011년 화물별 장강물류시장 처리량 현황

화물	처리량	단위	증가율(%)	총처리량의 비중 (%)
석탄	38091	만톤	22.3	24.09
석유	7940	만톤	4.1	5.03
광석	33186	만톤	11.4	20.99
건설재료	21861	만톤	14.8	13.84
자동차	126	만대	10.3	-----
컨테이너	1119.1	만TEU	23.2	-----

자료 : China Port year book(2012년호)

(1) 석탄

2011년 장강 지역 항만들은 38091만톤 석탄을 처리했다. 전 화물처리량의 24.09%를 차지하여, 전년보다 22.3%를 증가했다. 장강 수계 석탄운송 시스템은 철도와 수운 연계 운송이랑 경항 대운하의 북매남운(北煤南運) 및 해와강 연계 운송등 통해서 석탄을 수송하다. 그리고 쓰촨성의 석탄 및 지류를 통해 간선으로 수송하는 석탄은 주로 장강 중하류 인근지역과 장강삼각주지역에게 공급하다.

(2) 석유 및 석유화학제품

2011년 장강 주요 항만의 석유처리량은 7939.8 만톤, 전 화물처리량의 5.03%를 차지하여, 전년보다 4.1%를 증가했다. 석유 및 석유화학제품은 주로 원유를 위 주로 하고 장강 인근지역의 정유공장에게 제공하다. 원유 운송은 장강 상류 지역에 발전하는 추세가 보인다. LPG 운송은 세계 석유가격 파동과 중국 남북 LPG 가격의 지역차이등 유리한 요인의 영향이 때문에 대폭적인 증가했다.

(3) 금속 광석

2011년 장강 수계 간선 주요 항만들은 33186만톤 금속광석을 처리했다. 전 화물처리량의 20.99%를 차지하고, 전년보다 11.4%를 증가했다. 장강 인근 도시 중에서 상해와 후베이성은 보산강철그룹(寶鋼)과 무한강철그룹(武鋼) 철광석의 수요 때문에 두 성시의 철광석의 총수요에 대해 총 처리량의 83%를 차지하게 하다.

(4) 건설재료

장강 수계 건설재료 처리량의 비중이 비교적인 크고, 2011년 처리량은 21860.4만톤, 전 화물처리량의 13.84%를 차지하고, 전년보다 14.8%를 증가했다. 장강 인근 지역의 누런 모래등 건설재료가 풍부하여, 특히 후베이성부터 안후이성까지의 장강 간선 및 감강(贛江)등 지류의 지역은 양질의 누런 모래를 많이 생산하다. 하지만 하류 장강 인근 지역, 특히 강남(江南)지역 및 상해 등 지역은 누런 모래 자원을 부족하다. 이런 자원의 구조적 불균형은 기존의 수송시스템 구조를 조성했다.

(5) 자동차

자동차 운송은 주로 충칭시의 처리량 가장 크고, 2011년 추칭성의 자동차 운송량은 76만대, 전 장강지역의 자동차처리량의 60.32%를 차지하여, 전년보다 13.6%를 증가했다.

(6) 컨테이너

장강 인근 지역의 대외무역은 시속하게 발전하여, 수입상품은 주로 강재, 플랜트, 금속광석, 화공원재료와 전자기기등, 수출상품은 주로 경공업제품, 화공의약, 철물광산물, 방직복장과 식량과 식용유 식품등 종류이다. 2010년과 2011년 장강의 컨테이너 처리량은 연속 2년 동안 20% 이상으로 증가했다. 그 주로 원인은 컨테이너 항만작업이 장강 상류 컨테이너 전문화 부두를 소유하는 큰 항만과 비교적인 큰 항만으로 집중하기 때문이다. 그리고 컨테이너는 항만에서 작업 효율을 향상시키고, 컨테이너 선박은 장강에서 정박점을 감소시키고, 컨테이너는 장강에서 운송시간도 단축해서 화주, 선박, 항만은 모두 이익을 받게 되다.

상술한 바를 종합하면, 장강 항운의 물류화발전은 비록 상황이 양호하였지만 경제발전, 관리수준 및 물류관념의 차이 때문에 현재 장강항운물류발전은 아직 조금 문제가 존재하고 있다. 예를 들어, 장강 유역은 상중하류 지역간에 경제성장수준, 경제구조, 경제관리체제 등 면에서 뚜렷한 격차가 존재하고 있는바, 장강 심각주 지역은 국내에서 경제발전 수준이 가장 높고 성장세가 가장 강한 지역이지만 장강 중상류 지역의 발전수준은 상대적으로 낮다. 동서간 교통기초시설 건설의 낙후는 상중하류 지역간의 경제연계를 상대적으로 분리시켰고, 장강유역의 경제일체화를 크게 저해하고 있으며 전체 효과를 발휘할 수 있는 장강경제지대의 형성에 영향을 주고 있다.

제 4 장 방법론

제 1 절 DEA 개념 및 모형

일반적인 기업이나 조직에서는 성과를 평가하기 위해 효율성과 효과성(목표와 관련하여 기대한 성과를 얼마나 적은 비용으로 달성 하였는가)을 함께 고려하기도 한다. 효율성은 투입요소(Input)에 대한 산출요소(Output)의 비율이라고 할 수 있다(박만희, 2008). 투입물과 산출물의 데이터를 활용하여 항만이 어느 정도 효율적으로 운영되고 있는지를 측정하기 위한 방법으로 DEA(Development Envelopment Analysis) 모형이 많이 활용되고 있다.

DEA 모형은 Charnes et al.(1978)의 연구에서 최초로 제시되었으며 자료포락 분석이라고도 불린다. 다수의 투입요소를 활용하여 다수의 산출물을 생산하고 있는 생산조직의 효율성을 평가하기 위한 것으로 생산조직을 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit)라는 용어로 표현한다(김성호 외, 2007). DEA 모형은 주로 공공기관인 정부, 비영리기업, 항만, 공항 등 다양한 조직의 성과 또는 효율성을 평가하기 위해 활용되고 있다.

Naveen et al.(1998)은 DEA 모형의 특징을 다음과 같이 요약하였다.

- DEA는 투입요소와 산출요소를 모두 사용할 수 있으며, 다수의 투입요소와 다수의 산출요소에 적합한 분석 방법이다.
- DEA는 통제가 가능한 요소와 불가능한 요소 모두에 대해 적합한 분석 방법이다.
- DEA는 효율성의 한 가지 지표를 산출결과로 나타내며, 이 때 지표는 효율성 지수를 의미한다.
- DEA는 DMU들을 비교하는데, 가장 효율적인 것을 기준으로 하여 비효율적인 DMU를 평가하는 상대적인 측정 방법이다.
- DEA 모형은 모든 투입요소와 산출요소의 관계를 단 하나의 함수형태만으로 표현하지는 않는다.

이상적인 성과측정시스템은 어떤 조직이 얼마나 그 업무를 잘 수행하고 있는지에 대한 평가를 제공함과 동시에 어떻게 개선될 수 있는지에 대한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 이를 위하여 주로 활용되고 있는 재무적 비율들은 어떤 조직의 전반적 재무성과에 대한 정보를 제공하고 있지만, 개선될 수 있는 정도나 개선을 위해 중점을 두어야 하는 분야에 대한 실질적 정보가 부족하다 (Hussain and Brightman, 2000).

DEA 모형은 DMU들 간의 상대적 효율성을 평가하여 비효율적인 DMU가 벤치마킹해야 할 대상 DMU를 제시함으로써 성과관리가 가능하도록 지원한다. 또한 사용 목적에 따라 여러 가지 모형이 있다. 본 연구에서는 Charnes et al.(1978)이 제시한 CCR 모형을 활용하여 분석하고자 한다.



제 2 절 CCR 모형

CCR 모형은 Charnes et al.(1978)이 제시한 기본적인 DEA모형으로 규모에 대한 수익불변을 가정하고, 평가대상이 되는 의사결정단위(DMU)의 가중치를 부여하여 기술적 효율성을 측정하는 모형이다. 연구의 초점을 투입요소에 두는지, 산출요소에 두는지에 따라 투입지향(Input Oriented)과 산출지향(Output Oriented)으로 구분된다.

DEA와 관련된 모형 가운데 가장 널리 활용되었으며, 다양한 해석을 할 수 있다는 장점을 가지고 있는 것은 CCR 모형이다. 이는 선형계획모형으로, 각 규모에 대한 수익이 불변(constant return to scale)이라고 가정하고 효율성을 평가하는 방식이다. 따라서 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성에 대한 구분은 불가능하다. CCR 모형은 DMU 별로 가중치를 계산하는 최적화 모형으로, n개의 DMU에 대한 가중치를 계산하려면 n개의 CCR 비율모형이 필요하다.

$$MAX h_0 = \frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$r = 1, 2, \dots, t$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

수식 (1)에 대한 설명은 다음과 같다.

- h_0 : DMU_0 의 효율성
- u_r : r 번째 산출물의가중치
- y_{r0} : DMU_0 의 r 번째 산출물의 값
- y_{rj} : j 번째 DMU 의 r 번째 산출물의 값
- v_i : i 번째 투입물의가중치
- x_{i0} : DMU_0 의 i 번째 투입물 값
- x_{ij} : j 번째 DMU 의 i 번째 투입물 값

CCR 모형을 활용하여 분석을 실시하면 투입물의 가중치 v 와 산출물의 가중치 u 의 값이 최대화가 된다. 또한 n 개의 DMU 에 대한 투입물과 산출물의 가중치 계산을 위해서는 앞서 언급한 바와 마찬가지로 n 개의 모형이 필요하다. 이와 같은 비율모형의 경우에는 일반적으로 수식 (2)와 같이 선형계획모형의 형태로 변환한다(오지환과 정기호, 2012).

$$Max h_0 = \sum_{r=1}^t u_r y_{r0} \tag{2}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^t u_r y_{rj} \leq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$r = 1, 2, \dots, t$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

제 3 절 BCC 모형

DEA모형은 일반적으로 다수의 투입요소와 산출요소가 존재하지만, 투입과 산출을 명확하게 구분하기 어려운 종합병원, 학교, 은행, 공공분야 등의 대부분의 산업부문에 적용되고 있다.

앞서 언급하였던 CCR 모형은 규모에 대한 수익이 불변임을 가정한 것이다. 그러나 현실적으로 모든 조직들의 운영규모가 최적의 상태라고 가정을 하는 것은 한계가 존재할 수밖에 없다. 따라서 이를 극복하기 위해 Banker et al.(1984)는 규모수익이 변화하는 상황에서의 모형을 제시하였다.

$$\max h = \frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{rjo} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (3)$$

subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (4)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \forall r \text{ and } i$$

이 모형의 목적함수와 CCR모형의 목적함수를 비교해보면, u_0 가 추가되어 있다는 것을 알 수 있다. 이는 규모에 대한 지표이다. 규모의 경제를 파악하는 용도로 사용되며, 절대적인 값이 아니라 단지 규모의 경제 여부만을 알려준다. 특히 이는 제약요소가 추가된 형태로 BCC 모형을 통해 나타난 각 DMU별 효율성 점수는 CCR 모형을 통해 나타난 점수보다 크다.

본 연구에서는 DEA의 다양한 모형 가운데 CCR 모형을 활용하여 장강 유역 주요 내륙항을 분석한다. 이를 위하여 DEA 모형의 분석을 위한 프로그램인 DEAP 2.1을 활용한다.

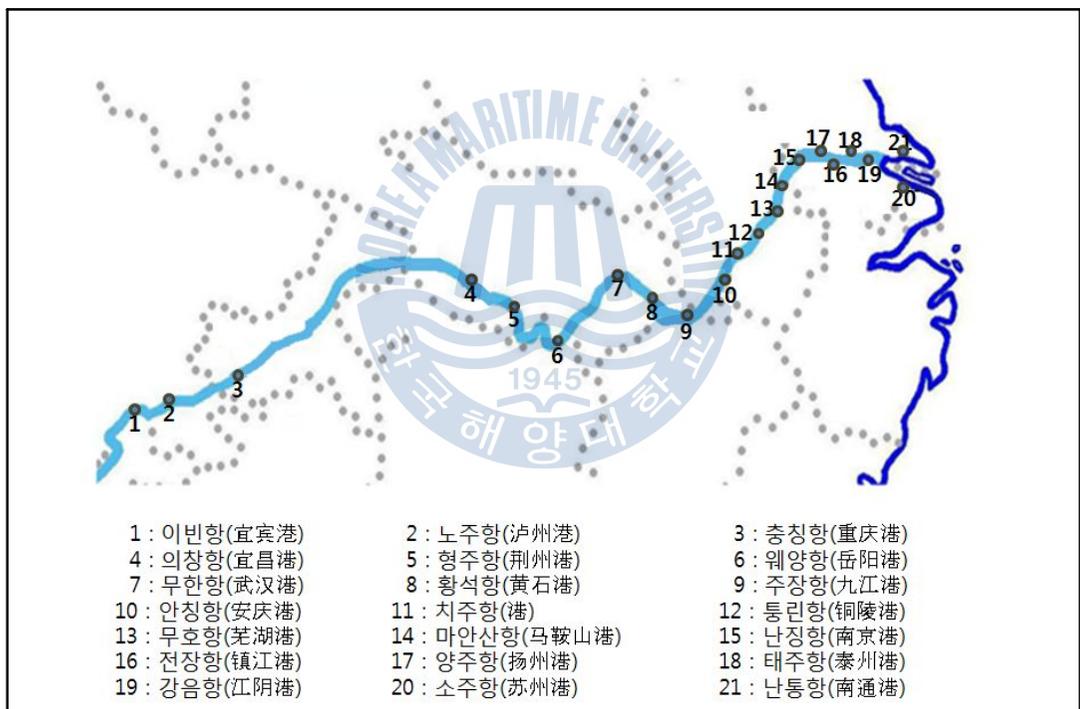
DEA 분석을 위하여 사용되는 투입변수와 산출변수의 데이터와 관련된 설명은 다음 장인 실증분석에서 다루기로 한다.



제 5 장 실증분석

제 1 절 분석방법

본 연구의 평가대상은 China Port Year Book(2012)에서 제시한 장강 주요 간선의 21개 내륙항이다. 다음의 그림은 장강 내하수계에 대한 이해를 돕기 위해 삽입하였다. 표시된 숫자는 장강의 주요 간선 내륙항을 의미한다. 1부터 21까지 총 21개이며, 순서는 임의로 표시한 것이므로 의미를 내포하고 있는 것은 아니다.



< 그림 4-1 > 장강 간선 내륙항 분포도

자료 : 중국물류포탈의 자료를 본 연구에 적합하도록 수정하였음

또한 본 연구에서는 DEAP 2.1을 활용하여 각 내륙항에 대한 효율성 분석을 실시하였다. 선석수, 선석길이를 투입변수로 선정하였으며, 산출변수는 화물물동량과 컨테이너 물동량으로 선정하였다. 변수 관련 데이터는 China Port Year Book(2005~2011)과 China year book(2005~2011), 그리고 각 항만의 홈페이지를 통해 수집하였다. 분석에 사용된 변수 및 측정단위는 다음과 같다.

< 표 5-1 > 투입변수 및 산출변수

구분	변수명	측정단위
투입변수	선석수	개
	선석길이	m
산출변수	화물물동량	ton
	컨테이너 물동량	teu



제 2 절 기초통계량

본 연구에서 효율성 분석에 사용된 데이터 현황을 2011년을 예로 하여 나타내면 다음과 같다.

< 표 5-2 > 장강 주요 간선 내륙항 데이터 현황(2011)

항만	선석수	선석길이(m)	화물물동량(ton)	컨테이너 물동량(TEU)
난통항	104	16,413	17,331	54
장인항	89	13,026	12,934	112
난징항	327	30,303	17,300	184
소주항	40	19,668	17,980	469
태주항	114	15,021	12,038	12
양주항	75	8,967	5,508	41
진장항	216	19,205	11,806	36
우후항	114	10,897	7,473	22
마안산항	74	6,455	5,306	8
치주항	100	8,032	3,137	1
통링항	101	5,431	4,729	1
안칭항	134	9,372	3,010	2
이빈항	23	3,500	1,176	1
주장항	250	23,657	3,907	14
무한항	231	20,169	7,602	71
황스항	138	8,081	1,781	2
이창항	39	6,222	4,636	6
형주항	415	39,610	2,148	7
웨이항	110	11,557	9,036	16
노주항	117	13,600	2,146	10
충칭항	149	13,915	11,606	68

자료: China Port Year Book(2011), China year book(2011)

투입변수와 산출변수의 기술통계량을 살펴보면 다음과 같다. 항만의 투입요소 중에서 선석 길이는 최대값이 39,610m, 최소값은 3,500m인 것으로 나타났으며 평균 선석길이는 13,954m인 것으로 나타났다. 선석수의 경우 징저우 항만은 415개로 최대값, 이빈항이 23개로 최소값인 것을 알 수 있으며, 평균 선석 수는 144개인 것으로 측정되었다. 처리물동량은 최대값이 약 17,980만 톤이고 최소값은 약 1,176만 톤인 것으로 나타났다. 평균값은 약 7,742만 톤으로 측정되었다. 컨테이너물동량은 최대값이 약 469만 TEU이고 최소값은 약 1만 TEU로, 평균값은 약 54만 TEU로 측정되었다.

< 표 5-3 > 투입변수 및 산출변수의 기술통계량

구 분	선석수 (개)	선석길이 (m)	화물물동량 (만 톤)	컨테이너물동량 (만 TEU)
최 대 값	415	39,610	17,980	469
최 소 값	23	3,500	1,176	1
평 균	144	13,954	7,742	54
표준편차	97	8,780	5,459	105
중 양 값	114	11,557	5,508	14

제 3 절 효율성 분석

2005년부터 2011년까지 투입변수 및 산출변수 데이터를 활용하여 DEA 분석을 한 결과는 다음과 같다. ‘항만’은 각 내륙항의 이름을 정리한 것이고, ‘CCR’은 분석 결과값 가운데 CCR 결과를 정리한 것이다. 항만의 순서는 분석 결과에 따른 순서대로 정리한 것으로 효율성이 높은 값부터 내림차순으로 나타낸 것이다.

< 표 5-4 > 효율성 분석결과(2005-2011)

2005		2006		2007	
항만	DEA	항만	DEA	항만	DEA
소주항	1.000	소주항	1.000	소주항	1.000
양주항	1.000	마안산항	0.911	마안산항	1.000
난통항	0.948	난통항	0.778	난통항	0.999
의창항	0.853	의창항	0.76	강음항	0.668
마안산항	0.753	태주항	0.560	태주항	0.627
태주항	0.722	통린항	0.453	안칭항	0.617
강음항	0.602	강음항	0.450	의창항	0.585
안칭항	0.595	안칭항	0.444	통린항	0.556
난징항	0.415	치주항	0.396	양주항	0.446
충칭항	0.319	난징항	0.388	치주항	0.445
치저우항	0.304	양주항	0.364	난징항	0.426
통린항	0.295	전장항	0.356	충칭항	0.410
무호항	0.264	충칭항	0.305	웨이항	0.404
전장항	0.260	무호항	0.246	전장항	0.397
황석항	0.176	웨이항	0.191	무호항	0.306
이빈항	0.171	이빈항	0.180	이빈항	0.227
웨이항	0.167	무한항	0.169	황석항	0.149
무한항	0.153	황석항	0.133	무한항	0.134
주장항	0.135	주장항	0.095	주장항	0.096
루저우항	0.080	루저우항	0.066	루저우항	0.059
형주항	0.045	형주항	0.048	형주항	0.009

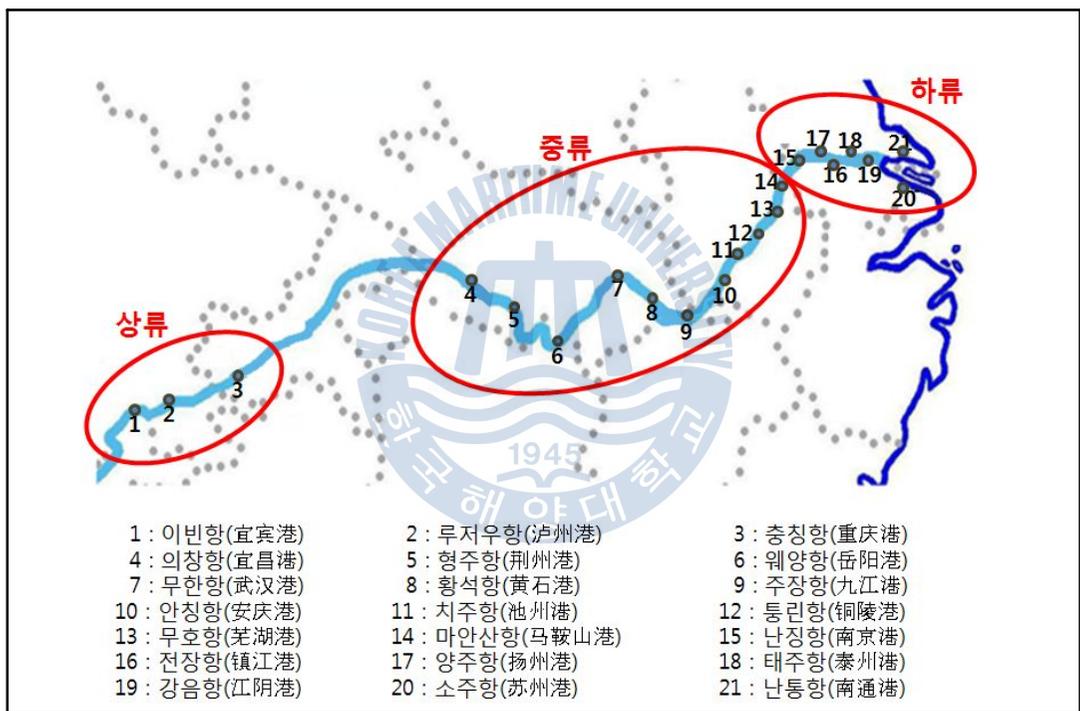
효율성 분석결과(2005-2011) <계속>

2008		2009		2010		2011	
항만	DEA	항만	DEA	항만	DEA	항만	DEA
난통항	1.000	소주항	1.000	소주항	1.000	소주항	1.000
소주항	1.000	의창항	0.935	난통항	0.604	난통항	0.568
의창항	1.000	난통항	0.708	강음항	0.590	강음항	0.534
강음항	0.762	강음항	0.686	통린항	0.449	통린항	0.468
마안산항	0.61	웨양항	0.514	태주항	0.447	충칭항	0.448
난징항	0.572	충칭항	0.508	충칭항	0.430	마안산항	0.442
태주항	0.571	통린항	0.475	마안산항	0.426	태주항	0.431
충칭항	0.512	마안산항	0.447	웨양항	0.415	웨양항	0.420
웨양항	0.497	태주항	0.424	무호항	0.379	의창항	0.401
통린항	0.401	무호항	0.385	양주항	0.349	무호항	0.369
무호항	0.389	양주항	0.359	전장항	0.346	전장항	0.331
전장항	0.376	전장항	0.352	의창항	0.342	양주항	0.330
양주항	0.340	난징항	0.325	난징항	0.299	난징항	0.307
안칭항	0.289	무한항	0.320	치주항	0.189	치주항	0.210
이빈항	0.279	안칭항	0.265	이빈항	0.185	무한항	0.203
무한항	0.244	이빈항	0.257	안칭항	0.177	이빈항	0.181
치주항	0.236	치주항	0.200	무한항	0.159	안칭항	0.173
주장항	0.219	주장항	0.144	황석항	0.120	황석항	0.119
황석항	0.131	황석항	0.139	루저우항	0.090	주장항	0.089
루저우항	0.060	루저우항	0.072	주장항	0.084	루저우항	0.085
형주항	0.028	형주항	0.037	형주항	0.035	형주항	0.029

각 내륙항의 효율성 분석 결과 2005년에는 소주항과 양주항의 효율성이 가장 높은 것으로 나타났으며, 2007년에는 소주항과 마안산항의 효율성이 가장 높은 것으로 나타났다. 2008년에는 난통항·소주항·의창항이 효율성이 1로 가장 높게 나타났다. 2006년, 2009년, 2010년, 그리고 2011년에는 소주항 하나만이 효율성이 1인 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 내륙항을 제외하면 장강 주요 간선 내륙항은 전반적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났다.



다음의 그림은 장강 간선 내륙항 21개를 China port year book(2012)의 기준에 의해 상류·중류·하류로 구분한 것을 그림으로 표현한 것이다. 상류는 쓰촨성에서 충칭시까지의 지역으로, 이 곳에 포함되어 있는 내륙항은 이반항, 루저우항, 충칭항이 있다. 중류는 후난성, 후베이성, 장시성, 그리고 안후이성 지역으로, 포함되어 있는 내륙항은 의창항, 형주항, 웨양항, 무한항, 황석항, 주장항, 안칭항, 치주항, 퉁린항, 무호항, 마안산항이다. 또한 하류는 장쑤성에서 상하이시까지의 지역으로, 이곳에 포함되어 있는 내륙항은 난징항, 전장항, 양주항, 태주항, 강음항, 소주항, 난통항이 있다.



< 그림 4-2 > 장강 간선 내륙항 상류·중류·하류 분포도

자료 : 중국물류포탈의 자료를 본 연구에 적합하도록 수정하였음

상류지역의 효율성 순위를 살펴보면, 충칭항은 2005년 10위에서 2011년 5위로 꾸준히 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 뿐만 아니라 상류에 포함되어 있는 내륙항 가운데 효율성이 가장 높으며, 21개 내륙항 전체와 비교해도 상위권에 속한다. 충칭항은 중국의 서부지역과 중부지역을 연결해주는 역할을 하고

있기 때문에 교통의 중심지 역할을 수행하고 있으며 그만큼 물동량도 많은 것으로 보인다.

중류지역을 살펴보면, 통린항의 효율성 순위가 2007년과 2008년에는 다소 감소하였지만, 그 외에는 모두 증가하고 있는 것으로 나타났다. 특히 2010년과 2011년에는 4위로 중류지역 내륙항 중에서 높은 효율성을 보이는 것으로 나타났다. 통린항은 지대가 평평하고 해안선이 매우 곧으며, 항로의 폭이 넓어 안정적인 운영이 가능한 지역이다. 또한 중국교통부의 장강간선항도발전계획과 관련하여 만 톤급 외항선이 장강을 통행할 수 있는 종점항만이기도 하다.

하류지역을 살펴보면, 소주항, 난통항, 장인항, 태주항 등 대부분의 내륙항 효율성이 높은 것으로 나타났다. 하류지역은 2011년을 기준으로 볼 때 세계 1위의 화물량을 자랑하는 상하이항과 근접한 지역에 있으며, 내해와 연해를 연결하는 지리적 장점으로 인해 물동량이 매우 높다. 특히 소주항은 2005년부터 2011년까지 효율성지수를 1로 꾸준히 유지하고 있는 것으로 나타났다. 소주항은 상하이항과 인접하다는 지리적 이점을 가지고 있기 때문에 내해와 연해 연계운송의 연결지 역할을 수행하고 있으며, 타 내륙항과 비교하면 물동량이 매우 높은 편이기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 보인다.

반면, 상류와 중류의 내륙항은 하류와 비교하면 내륙 깊숙한 지역에 위치하고 있기 때문에 물동량의 측면에서 하류와 차이가 클 수밖에 없다. DEA 분석의 결과는 서로 상대적이라는 특징이 있으므로 상류와 비교되는 중류 및 하류에 위치하고 있는 내륙항의 효율성 차이가 크게 발생하게 된다는 점이 반영된 결과로 보인다.

제 6 장 결 론

제 1 절 연구결과 요약 및 시사점

최근 중국의 경제는 급속하게 발전하고 있다. 이에 따라 중국의 전체 물동량도 함께 증가하고 있다. 변화하는 물동량 추세에 발맞춰 중국 정부에서는 연해항과 내륙항의 지속적인 성장계획을 추진하고 있다.

장강은 중국의 서부지역 및 중부지역의 화물 이동을 위한 중요한 수단으로 부상하고 있다. 따라서 이러한 장강의 내륙항에 대한 효율성을 평가하는 것은 가치가 있다고 판단된다.

본 연구에서는 China Port Year Book(2012)에서 제시한 장강 주요 간선 내륙항 21개를 평가대상으로 하여 DEA 분석을 실시하였다. 투입변수는 선석수와 선석길이이며, 산출변수는 화물물동량과 컨테이너 물동량으로 설정하였다. 분석에 사용된 데이터는 2005년부터 2011년까지의 것으로, China Port Year Book(2005~2011)과 China year book(2005~2011), 그리고 각 항만의 홈페이지를 통해 수집하였다.

분석결과, 연도별 차이는 있지만 소주항·양주항·마안산항·난통항·의창항의 효율성이 1인 것으로 나타났다. 그러나 이를 제외하면 전반적으로 효율성이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 장강지역의 내륙항을 상류·중류·하류로 구분하여 분석결과를 비교해보았다. 상류지역에서는 충칭항의 효율성이 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 중류지역은 퉁린항과 마안산항이 효율적인 것으로 나타났다. 또한 하류지역에서는 소주항·난통항·장인항·태주항 등 대부분의 효율성이 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과를 볼 때, 장강 전체의 내륙항에 대한 발전전략은 전체에 대한 투자가 아니라 지역적 환경이나 특성에 따른 투자를 실시함으로써 장기적 관점에서의 발전을 도모할 수 있을 것이라 판단된다. 상류·중류·하류로 분류하여 살펴보면, 그 가운데서도 거점항의 역할을 수행하고 있는 내륙항이 존재한다. 이들은 지형적인 조건이 타 항만보다 우월하거나, 해당 자치구역의 경제적 발전이라는 장점이 있었기에 존재한다는 사실을 알 수 있다. 따라서 점차 발전하

고 있는 중국 장강의 내륙항을 더욱 발전시키기 위해서는 이러한 연구가 선행
되어야 할 것이다.



제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 논문은 중국 장강 유역에 있는 21개 내륙항에 대하여 효율성을 분석하였다. 장강 유역에는 현재 총 49개의 내륙항이 있다. 그 중에서 활발하게 운영되고 있고 물동량이 증가하고 있는 항만을 선정하여 분석을 실시하였다. 전체적으로 볼 때는 효율성이 더 높을 수 있는 항만이지만 일부만 분석함으로써 효율성이 낮게 나타날 수 있다는 한계점이 있다.

또한, 장강 하류지역의 일부 내륙항은 타 항만에 비해 물동량이 매우 많아 절대적 우위를 차지하고 있다. 그러므로 이러한 특정 항만을 제외하고 분석한다면 또 다른 시사점을 도출할 수 있을 것으로 예상된다.

그리고 현재 투입변수는 선석수와 선석길이를 사용하고, 산출변수는 화물물동량과 컨테이너 물동량을 사용하였다. 장강 유역의 항만이 전체적으로 발전중이라는 사실은 분명하지만, 소규모 부두 형식으로 운영되고 있어 관련 데이터의 정비가 부족한 경우가 많았다. 따라서 투입변수와 산출변수를 달리 설정하여 분석을 실시한다면, 다른 형태의 시사점이 도출될 수 있을 것으로 보인다. 뿐만 아니라 변수에 따라서는 주위 지역의 산업 발전과 항만의 상관관계에 대해 확인하고 이를 활용한 발전방안도 제시할 수 있을 것이다. 따라서 향후 다양한 자료들을 보완하여 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- 김태혁·박춘광·김병철, “국내 손해보험회사의 효율성 및 결정요인에 대한 Static and Dynamic 분석”, 『財務管理研究』, 제25권, 제4호, 2008. 12, 183-211.
- 김형준, “국내 해운업계의 외화환산회계”, 『Korea Investors Service』 2001.12, 16.
- 모수원·이광배, “부산항과 광양항의 컨테이너터미널의 효율성”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010. 139-149.
- 박만희, 「효율성과 생산성 분석」, 한국학술정보(주), 2008.
- 박석호, “국내 대형조선업계의 효율성 및 생산성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제4호, 2010, 188-206.
- 아제다카지로우, “중국물류에 대한 접근: 상하이와 장강 유역권을 중심으로”, 『해양한국』, 2003권 제10호, 2003. 163-175.
- 沈玉芳 등, “上海與長江中下遊區域經濟協調發展研究”, 『工業經濟』, 제4집 제9호, 2000. 397-404.
- 최재선, “중국, 장강 ‘황금수로’ 운영 효율화 적극 추진”, 『한국해양수산개발원』, 2007. Vol.1246.
- 임승권, “중국교통운송의 현황과 전망”, 『중국연구』, 16('91.6), 83-110.
- 김인희, “중국 창강(長江) 유역과 한국 남부지역의 해상교류 연구”, 『도서문화』, 제40집, 2012. 203-233.
- 이종원, “중국의 항만 물류집중화에 관한 연구: 상하이항과 장강을 중심으로”, 『한국항만경제학회지』, 제31권 제3호, 2007. 187-195.
- 안승범·임미순, “한·중 유사 항만군 간 비교분석”, 『로지스틱스 연구』, 제20집 제4호, 2012. 91-104.
- 송재영, “DEA 모형을 이용한 세계 주요 항만의 효율성 평가”, 『한국항만경제학회지』, 제29집 제3호, 2005. 195-201.
- 박호·김동진, “국내 주요 4대 컨테이너항만의 효율성 및 결정요인 분석”, 『Journal of Korea Port Economic Association』, Vol.28, No.3, 2012, 73-89.

- 김선구·최용석, “컨테이너터미널 효율성 평가를 위한 AHP/DEA 통합모형”, 『Journal of Korea Port Economic Association』, Vol.28, No.2, 2012, 179-194.
- 박희석·강효원, “DEA를 활용한 글로벌 해운선사의 효율성측정”, 『Journal of Korea Port Economic Association』, Vol.27, No.1, 2011, 213-234.
- 王玲·畢志雯, “基於三階段DEA模型的我國主要內河港口效率研究”, 『產業經濟研究』, 제47집 제4호, 2010. 40-48.
- 柳兆旺·張延龍, “基於DEA模型和Malmquist指數的安徽省內河港口效率分析”, 『物流科技』, 2013 제3호, 2013. 24-27.
- 박재훈·배혜림, “자원 중요도를 고려한 DEA 기반의 항만 효율성 단계적 개선 방법 연구”, 『한국비즈니스리뷰』, 제6권 제1호, 2013. 45-66.
- 王玲·孟輝, “我國內河港口與沿海港口的效率對比—基於共同邊界和序列SBM-DEA的研究”, 『軟科學』, 제27집 제3호, 2013. 90-95.
- 이선용, “DEA 기법을 활용한 컨테이너터미널 생산성 측정에 관한 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제28권 제2호, 2004. 331-336.
- Ahn, T., Charnes C. and Cooper, W. W., “Some Statistical and DEA Evaluations of Relative Efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning”, Socio-Economic Planning Sciences, Vol.22, No.6, 1988, 259-269.
- Wagner A. Kamakura, “A Note on "The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis", Management Science, Vol. 34, No. 10 (Oct., 1988), pp. 1273-1276
- Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., Khader, A. T. and Barros, C. P., “Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis”, European Journal of Scientific Research, Vol.23, No.4, 2008, 597-612.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. L., “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, Vol.2, Issue 6, 1978, 429-444.
- Cheon, S. H., Dowall, D. E. and Song, D. W., “Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: Ownership, corporate

- structure, and total factor productivity changes of world container ports” ,
Transportation Research Part E, Vol.46, 2010, 546-561.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software, New York: Springer, 2007.
 - Jose ´ Humberto Ablanedo-Rosas, Hongman Gao, Xiaochuan Zheng, Bahram Alidaee and Haibo Wang, A study of the relative efficiency of Chinese ports: a financial ratio-based data envelopment analysis approach, Expert Systems, November 2010, Vol. 27, No. 5, 349-362

