

HFP방법을 적용한 ASEAN과 한국항만의 경쟁력 평가분석 The Evaluation Analysis of Competitiveness among Ports in ASEAN & Korea - An Application of HFP Model -

김진구* · 전일수**

본 연구는 21세기 급변하는 국제물류환경의 대책으로서 국제물류 중심화를 위한 로지스틱스 전략의 근간이 되는 ASEAN의 주요 컨테이너항만의 경쟁력 파악과 평가에 목적이 있으며 나아가 한국항만과의 경쟁력 비교를 통하여 전략적 대책을 위한 비교연구에 궁극적 목적이 있다. 연구방법론은 항만 경쟁력이라는 정성적인 속성을 정량화하여 평가하는 계층퍼지분석(HFP)기법을 도입하여 실증분석을 하였다. 연구의 범위는 최근 치열한 항만간 경쟁이 전개되고 있고 국제물류전략상 연구의 관심이 고조되고 있는 ASEAN을 연구대상으로 하였다. 연구의 결과 제 1 차 분석에서는 싱가포르항만이 연구대상지역에서 가장 경쟁력이 높게 나타났으며, 동일한 자료와 구조를 한국항만에 적용하여 비교 연구한 결과 싱가포르가 1위, 부산항이 2위로 평가되었다. 본 논문의 기여도는 한국과 ASEAN의 항만경쟁력 비교연구를 통해 사회과학분야의 첨단연구기법이라 할 수 있는 HFP방법론을 도입하여 정책적 관점에 응용한 최초의 실증적인 연구접근에 있다. 현재까지 당 연구에서 발표된 바와 같이 정교한 모델로 한국과 ASEAN의 주요 항만개발과 세계 주요선사의 터미널 이전에 따른 역동적인 해운항만 및 로지스틱스 활동을 분석한 논문은 전무한 상태이다. 향후 연구과제로 HFP의 모델링에 ASEAN에 있어서 주요항만간 상관성 있는 항만비용자료의 미비로 적용하지 못한 비용적인 요소를 포함시켜 보다 더 심층적인 보완적 연구로 본 논문의 질을 제고 시킬 수 있을 것이다.

The purpose of this study is to identify and evaluate the competitiveness of ports in ASEAN (Association of Southeast Asian Nations), which plays a leading role in basing the hub of international logistics strategies as a countermeasure in changes of international logistics environments. This region represents most severe competition among Mega hub ports in the world in terms of container cargo throughput at the onset of the 21st century.

The research method in this study accounted for overlapping between attributes, and introduced the HFP method that can perform mathematical operations. The scope of this study was strictly confined to the ports of ASEAN, which cover the top 100 of 350 container ports that were presented in *Containerization International Yearbook 2002* with reference to container throughput.

The results of this study show Singapore in the number one position. Even compared with major ports in Korea (after getting comparative ratings and applying the same data and evaluation structure), the number one position still goes to Singapore and then Busan(2) and Manila(2), followed by Port Klang(4), Tanjung Priok(5), Tanjung Perak(6), Bangkok(7), Incheon(8), Laem Chabang(9) and Penang(9).

In terms of the main contributions of this study, it is the first empirical study to apply the combined attributes of detailed and representative attributes into the advanced HFP model which was enhanced by the KJ method to evaluate the port competitiveness in ASEAN. Up-to-now, none have comprehensively conducted researches with sophisticated port methodology that has discussed a variety of changes in port development and terminal transfers of major shipping lines. Moreover, through the comparative evaluation among major ports in Korea and ASEAN, the presentation of comparative competitiveness for Korean ports is a great achievement in this study.

In order to reinforce this study, it needs further compensative research, including cost factors which could not be applied to modeling the subject ports by lack of consistently qualified data in ASEAN.

* LSE연구소 대표

** 인천대학교 무역학부 교수

1. 序論

국제로지스틱스에 있어서, 20세기는 해운중심의 타 운송 수단과 連繫하여 이용 하는 형태의 複合運送 (multi-modal transport) 및 전문물류업자에 의한 第3者物流 (TPL: Third Party Logistics)의 시대였다면, 21세기는 해운·항공운송은 물론 정보기술 및 통신(ITC: information technology and communications)을 모두 갖춘 第4者 物流(4PL: Fourth Party Logistics)의 시대라 할 수 있다. 특히 국제무역과 로지스틱스 진전의 견인차 역할을 하는 해운·항만의 괄목 할만한 발전은 무역구조와 국제해운의 운영형태에 커다란 영향을 미쳐 新國際海運秩序 (NIMO: new international maritime order)의 변화를 가속시키고 있다.¹⁾

이와 관련하여 본 논문은 세계에서 가장 치열한 해운항만간 경쟁이 벌어지고 있는 동남아시아 국가 연합(ASEAN: Association of Southeast Asian Nations)의 주요항만을 대상으로 국제로지스틱스 전략의 관건인 항만경쟁력을 평가함으로써 ASEAN의 주요 항만들의 실태를 파악하는데 연구의 목적이 있으며 나아가 한국 항만과의 경쟁력 비교를 통하여 한국 항만이 ASEAN국가의 항만들과 어느 정도의 경쟁력 차이가 있는지 비교해 보는데 궁극적인 목적이 있다.

연구방법론은 屬性間 重複度를 고려하여 演算(operation)이 가능하고 항만경쟁력이라는 정성적인 속성을 정량화하여 평가하는 階層퍼지分析(HFP: Hierarchical Fuzzy Process)기법을 도입하였다.

특히 국내·외의 몇몇 연구에서 아시아의 일부 대형 항만들에 관심을 갖고 항만 선택의 선호도를 분석하는 연구는 있었으나 본 연구와 같은 定性的인 특성을 定量化하여 평가할 수 있는 모델 중 Fuzzy 평가 기법을 이용하여 ASEAN을 대상으로 발표한 논문은 전무한 실정이다.

더욱이 HFP 방법론의 우수성은 기존 평가방법의 문제점으로 지적되고 있는 加法性(additive condition) 및 重複度係數에 미치는 영향분석이 가능하기 때문에 결과의 우수성을 확보하면서 계산의 복잡함을 피할 수 있는 최적의 평가기법이다. 또한, 최근 연구의 채택빈도, 경비 최소화 및 시간 단축성 방면에서도 뛰어난 장점을 가지고 있다. HFP法을 사용한 항만경쟁력 평가모델은 代表屬性과 대표속성을 구성하는 많은 細部屬性으로 구성되어 있다.

본 연구의 범위는 2002년 Containerization International Yearbook에 제시된 350개항만 중 컨테이너 처리실적 상위 100위 이내의 ASEAN에 위치한 항만들을 대상으로 하였다. 서론에 이어 제 2 장에서는 항만경쟁력에 대한 이론에 관한 문헌 검토와 항만경쟁력모델 작성에 사용할 최적의 연구방법을 선택하였다. 제 3 장에서는 평가 방법론을 적용하여, 항만별 평가결과를 도출하였다. 제 4 장에서는 이들 연구결과의 종합적 정리와 추후 연구과제를 제시하였다.

1) Jin Goo Gim, 1993. "Korean Maritime Policies with Reference to the UN Code of Conduct for Liner Conferences", *MSc Dissertation of Sea Use Law, Economics and Policies*, London School of Economics.

II. 理論的 背景

1. 港灣競爭力 評價모델

본 논문의 이론적 배경을 파악하기 위하여 국제로지스틱스 전략하의 항만 경쟁력과 관련된 평가모델과 구성요소에 대한 문헌을 구분하여 고찰하였다.

항만경쟁력의 모델과 관련된 문헌을 검토²⁾해 보면, UNCTAD 내부 해운위원회에서 발간한 보고서(1992)에 의하면, 항만의 경쟁관계를 완전히 계량화하는 것은 매우 어려운 일로 평가되었다. 순수한 이론적 모형은 아니지만 몇몇 주요 貨物運送周旋人들이 이용하는 방법을 인용해서 두 항만간 경쟁을 간단히 모델화 하였으나 이 이론은 대체로 이론적인 경향을 띠었고 정확한 모델과는 다소 거리가 있는 것으로 파악되었다.³⁾⁴⁾

이러한 한계를 극복하기 위하여 김진구·여기태·이종인(2002)은 진전된 HFP방법론을 국제 해운항만 로지스틱스의 전략적 접근으로 항만경쟁력 평가의 문제를 정책 수립과정에 응용 하였다⁵⁾. 아울러 필자는 HFP 기법의 정교한 모델링을 학위 논문(김진구, 2002)에서 사회과학적 접근법으로써 정책수립 과정에 적용하여 방법론에 있어서 자연과학과 사회과학간의 학문적 접근의 괴리를 극복 시키는 계기를 최초로 제공해 주고 있다.

항만경쟁력의 구성요소와 관련된 문헌을 검토⁶⁾해 보면, 일반적으로 경쟁이란 상대방을 능가하기 위하여 경합하는 상태를 나타내는데 이를 항만에 적용하면, 항만 간 경쟁을 주도하며 다른 항만을 이길 수 있는 힘을 항만경쟁력이라 정의할 수 있다.

항만의 경쟁력은 선주나 하주에게 항만을 선택하는 기준을 제시하며, 항만운영자에게는 항만의 장단점, 환경변화에 따른 항만의 기회와 위협요인을 파악하여 대응책을 마련하는 지표로 활용될 수 있다.

기존에 연구된 주요 국내·외 문헌들의 해운항만관련 경쟁력 구성요소를 간단히 살펴

2) 김진구, 2002. “國際 로지스틱스 戰略에 있어서 컨테이너港灣의 競爭力에 關한 研究 - 東南亞 國家를 中心으로 -”, 한국해양대학교 경영학 박사학위논문.

$$3) Ca.i.j = \frac{(R_{m1}C_{m1} + R_{m2}C_{m2} + R_{i1}C_{i1} + R_{i2}C_{i2})j}{(R_{m1}C_{m1} + R_{m2}C_{m2} + R_{i1}C_{i1} + R_{i2}C_{i2})i} - 1$$

Ca.i.j : a貨物이 港灣 i를 使用 할 때 j港灣에 비해 갖는 競爭力, C_{m1} : 運送될 貨物 톤당 또는 TEU당 船舶 費用, C_{m2} : 運送될 貨物 톤당 또는 TEU당 運送 費用, C_{i1} : 運送될 貨物 톤당 또는 TEU당 船舶에 必要되는 時間 費用, C_{i2} : 貨物 톤당 또는 TEU당 必要되는 時間 費用, R_{m1} : 船舶 위험 費用, R_{m2} : 貨物 위험 費用, R_{i1} : 船舶 時間 위험, R_{i2} : 貨物 時間 위험.

4) UNCTAD. 1993. *Port Marketing and Challenge of the Third Generation*, TD/B/C.4/AC.7/14. Geneva.

5) 김진구·여기태·이종인. 2002. “국제해운항만로지스틱스에 있어서 항만경쟁력의 평가에 관한 연구: 계층퍼지 식법의 적용.” 『로지스틱스연구』. 10(2).

6) 김진구, opcit, 2002. 12.

보면, 국외연구 중 Willingale(1982)의 연구의 경우, 유럽지역을 대상으로 하여 20개의 선사로부터 표본을 획득하였으며, Slack(1995)의 경우, 미국·캐나다를 대상으로 화주, 포워드를 상대로 한 무작위 설문을 실시하였다. Murphy(1993)의 경우, 세계의 항만당국 및 선사를 대상으로 534개의 설문을 회수하여 분석을 실시하였다. 국내연구의 경우, 전일수(1993)의 연구에서는 복합효용함수모델을 사용하였으며, 김학소(1993)의 연구에서는 확률선택모형을, 이석태(1993)의 연구에서는 HFI모형을 사용하였다.⁷⁾

2. 先行研究分析

1) 研究方法論의 選擇

항만경쟁력 평가모델로서 적용 가능한 주요 평가 기법을 살펴본 후, 다음의 표와 같이 평가기법의 장단점 분석과 Check List 기법에 의거하여 평가방법을 선정하였다. 이때 모델 및 결과의 우수성, 최근 연구의 채택빈도, 비용과 시간의 상대적 유리한 점을 고려하여 본 연구에서는 HFP법을 최종 평가 방법으로 선정하기로 하였다.

<표 1> 평가기법의 개요

방법	장단점	장 점	단 점
AHP		- 複雑한 階層構造의 形態를 띠는 評價問題에 적합	- 確率尺度使用 - 評價項目間 重複性 不認定 - 評價項目間 相互 作用性 不認定
HFI		- 階層構造 評價技法 - 퍼지測度 도입(Fuzzy Measure) - 評價項目의 相互 作用性 認定	- 確率尺度使用 - 計算 節次의 複雜性·計算時間의 遲滯
HFP		- 퍼지동형 函數를 導入하여 確率尺度를 퍼지측도로 전환할 수 있는 方法을 포함 - 計算結果의 優秀性 - 計算의 簡便性	- 상기 方法의 短點 모두 수용
SD		- 大規模 社會시스템 시뮬레이션技法 - 研究對象시스템의 因果關係 間 動的 舉動 確認 可能	- 研究概念 設計의 莫大한 費用所要 및 時間必要

7) 기존에 연구된 주요 국내·외 문헌들의 항만경쟁력의 평가모델 및 평가구성요소에 관한 자세한 것은 김진구, opcit, 2002. pp. 12-17 참조.

<표 2> 평가기법의 선정결과

평가항목 \ 방법	AHP	HFI	HFP	SD
모델의 優秀性	△	△	0	0
結果의 優秀性	△	△	0	0
최근 研究의 採擇頻度	X	△	0	0
經費 最小化 및 時間短縮性	0	X	0	△

자료: Michio Sugeno, *THEORY OF FUZZY INTEGRALS AND ITS APPLICATION*, Tokyo Institute of Technology, 1974, pp.56-65 ; M. Sugeno 외2 (역자 박민용 외1), 『퍼지시스템의 응용입문』, 大英社, 1989, pp. 229-247 ; 해양수산부, *연안이용상충지역에 대한 조정방안연구*, 2000. 9, pp. 296-327.

주) 0 : 우수 안, △: 보통 안, X: 미흡 안

2) HFP方法의 優秀性

기존에는 다수의 評價項目間의 중요도를 구하는 대표적인 방법으로 AHP법이 많이 사용되었으나 이러한 AHP는 1-1對比較에 의해 比率測度(相對測度)인 중요도를 구하고, 그 통합은 單純加重法을 사용한다는 특징을 가지고 있다. 그러나 項目間 중요도는 加法性이 성립할 때에만 사용 가능하여 그렇지 아니한 대상에 대하여는 적용이 불가능한 것이 커다란 결점으로 지적되었다. 따라서 AHP에서 구한 중요도와 상호관련 계수로부터 직접 퍼지測度를 구할 수 있고, 계층이 복잡한 구조에 대응할 수 있는 보다 간편한 종합평가법을 구축할 필요가 있다. 이상과 같은 기존방법론의 단점의 해결은 다음의 HFP방법을 도입함으로써 가능하다.

3) 研究方法論(HFP: Hierarchical Fuzzy Process)

항만물류능력의 평가문제는 복잡하고 거대한 문제의 형태를 띠고 있는데, 이를 모델화 하면 대표속성 및 이를 구성하는 세부속성으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 세부속성은 여러 개의 대표속성에 속하는 중복성(interaction)을 보이는데, 이는 전형적인 다속성·다계층평가 구조를 이루고 있다. 따라서 본 論文에서는 KJ법에 의해서 획득한 5가지 대표평가속성인 물동량, 항만시설, 항만입지, 항만비용, 서비스수준을 기준으로 하여, 계층퍼지분석법(HFP)을 도입함으로써 한국을 포함한 경쟁국가의 항만물류 능력을 평가하고자 한다. 이 방법은 確率尺度를 퍼지측도로 변환시킬 수 있는 근거를 마련함으로써 AHP법(Satty, 1997)의 雙對比較에 의해 산출된 확률척도를 퍼지측도로 변환시켜, 퍼지 적분함으로써 통합 평가치를 찾아가는 방법이다. HFP의 적용절차는 다음과 같다: 첫째, 階層分析法(AHP: analytic hierarchy process)에 의해 평가항목의 중요도(w) 및 평가항목간의 相互作用係數(λ)를 조사하고, 둘째, 평가항목간의 중요도(w) 및 호작용계수(λ)를 이용하

여 퍼지측도 $g(\cdot)$ 를 구한다. 이때 $g(\cdot)$ 의 계산은 쓰가모토가 제시한 동형정의함수를 이용한다(Tsukamoto, 1982: 269-270). 셋째, 자료 또는 평가에 의해 평가대상에 대한 평가 항목별 평가치 $h(\cdot)$ 를 구하고, 넷째, 최하위계층에서는 평가치 $h(\cdot)$ 와 퍼지측도 $g(\cdot)$ 를 사용하여 퍼지적분을 행한다. 이때 획득한 퍼지적분치를 모델의 통합평가치로 사용하고, 나머지 계층은 단순가중법에 의해 통합평가를 행한다. HFP법에 사용되는 AHP법, λ -퍼지測度 및 퍼지적분에 대한 상세한 정리는 필자의 학위논문(김진구, 2002)⁸⁾을 참조하기 바라며, 퍼지적분의 기본적인 성질은 퍼지측도의 성질을 반영한 단조성에 있다. 집합 X 가 유한집합인 경우, 함수 h 를 $h(x_1) \geq h(x_2) \geq h(x_3) \cdots \geq h(x_n)$ 와 같이 크기 순으로 나열하면 퍼지적분식은 아래와 같이 표현될 수 있다.⁹⁾

$$\int_A h(x) \circ g(\cdot) = \bigvee_{i=1,n} [h(x_i) \wedge g(F_i)] \quad (\text{퍼지 적분식})$$

단, $F_i = \{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_i \}$

3. 對象港灣의 競爭力 評價

1) 港灣競爭力 評價要素의 抽出

선행연구를 바탕으로 항만경쟁력에 포함되어야 한다고 생각하는 세부구성요소들에 대하여 조사를 실시하였다. 항만물류의 성격상 일반인들이 전문적인 지식을 가지고 있다고 판단하기 어렵기 때문에 전문가 집단을 구성하여 설문을 실시하였다. 이 과정에서 73개의 경쟁력 세부구성요소를 추출하였다.

8) 김진구, opcit, 2002, pp.25~37 참조.

9) 菅野道夫, 寺野壽郎 & 淺居喜代, 「フアジイシステム入門」, オーム社, 1980.

<표 3> 항만경쟁력 세부구성요소

조사대상	선주 : 컨테이너 선사에 근무하는 운항부서 과장급 이상 전문가 100명 하주 : 2000년도 8월에서 12월사이 수출액이 상위 10대 기업의 수출담당부서 과장급 이상 전문가 100명 터미널 운영업자 : 2000년도 터미널 처리실적 상위 10대의 터미널회사의 전문가 50명 국가산하 연구기관 : 항만, 물류, 교통에 관계되는 10개 국가연구기관의 연구원 및 전문가 50명 지방자치단체 연구기관 : 항만, 물류, 교통에 관계되는 10개 지방연구기관의 연구원 및 전문가 50명	
설문회수율	선주 : 100매중 68매 회수 하주 : 100매중 32매 회수 터미널운영업자 : 50매중 23매 회수 국가산하 연구기관 : 50매중 29매 회수 지방자치단체 연구기관 : 50매중 28매 회수	조사대상 전체 : 350매중 80매 회수(51.4%)
항만경쟁력 세부구성요소	<ul style="list-style-type: none"> - 이용 가능한 설비의 능력 및 상태 - 수출입화물 처리량 - 항만운영전략 - 환적화물처리 물동량 - 수송 및 하역기능 변화 - 정기선 기항항차수 - 항만 접근용이성 - 연계수송망 - 당해항만의 입지요인 - 항만의 기술요인 - 항만의 운영 - 항만의 재정요인 - 항만의 인적능력 - 항해거리 - 지역내 시장위치 - 배후지 근접성 - 항만 접근성 - 항만시설 - 선석터미널 가용성 - 터미널 운영의 효율성 - 항만당국의 반응 - 기존항로 패턴 - 항만이용자 합의 - 항만소유권 - 항해시설 및 장비의 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 배후지 경제규모 - 국민 경제상태 - 사회환경변화 - 무역시장 - 통상정책 - 국제정치 - 세계경기 - 항로의(Fairway)의 확보 - 대 수심(Draft)의 확보 - 준설(Dredging)의 여부 - 수송거리 - 항만규모 - Main Trunk의 근접도 - 선박기항빈도 - 터미널시설 - 항만요율 - 항만혼잡 - 항만서비스 - 연계 수송능력 - 항만관리운영자의 형태 - 정부의 항만운영 - 민간의 항만운영 - 지방자치단체의 항만운영 - 수출입물동량의 과다집중 - 선석(Berth)의 충분성
항만경쟁력 세부구성요소	<ul style="list-style-type: none"> - 항만의 생산성 - 가격경쟁력 - 부두운영시간 - 컨테이너장치 허용기간(Free Time) - EDI 시스템 활용여부 - 통관시스템 - 1 TEU당 처리비용 - 해상수송거리 - 내륙수송비용 - 선적시간 - 항만평균 체선시간 	<ul style="list-style-type: none"> - 전용화 장비의 확보성 - Intermodal Transportation의 완비 - 철도의 인입선 구축 - 도로망의 구비 - 항만배후도로의 유무 - Port MIS의 구축 - 전산망의 상호 참조가능성 - 항만 마케팅 - 화물추적시스템의 가동여부 - 항만작업 전산화 정도 - Terminal Operating System의 유무 - 정보장비 확보의 충분성

추출된 경쟁력 세부구성요소는 상호관련이 있거나, 중복되는 항목이 다수 존재하여 조정이 필요하였다. 상기의 경쟁력 세부구성요소에 KJ방법을 적용하게 한 결과, 물동량, 항만시설, 항만입지, 항만비용, 서비스 수준의 5가지 중요구성요소로 그룹 평가 할 수 있었다.¹⁰⁾

2) 항만경쟁력 구성요소의 대표속성 및 평가요소별 Data 추출

상기에서 추출된 각 경쟁력 구성요소의 실증치를 살펴보기 위해서는 정량적인 자료수집이 용이하며 범위를 확정 할 수 있는 대표속성을 규정할 필요가 있다. 관련된 중요구성요소별 대표속성에 대한 정의를 정리하면 다음의 표와 같다.¹¹⁾

<표 4> 항만경쟁력 중요요소 및 대표인자

중요 구성요소	항만입지	항만 시설	물동량	서비스 수준
대표 구성요소	정기선취 항선사수	안벽 길이	취급 물동량	항만정보 처리서비스

3) 계층퍼지분석법(HFP)의 적용

가. 평가항목별 중요도 $w(\cdot)$ 와 상호작용 계수 λ 의 산출

중요도의 산출과 관련하여 계층퍼지분석법(HFP: Hierarchical Fuzzy Process)에서 평가속성별 중요도 $w(\cdot)$ 를 구하는 방법은 AHP법의 절차를 따른다. 즉, 가중치를 구하기 위하여 대표속성(representative attributes) 간 쌍별 비교(pair comparison)를 행한다

(Satty, 1980; 1984). n 을 비교 요소수라 하면 의사결정자는 $\frac{n(n-1)}{2}$ 개의 쌍별비교를 하게 된다. 설문은 전문가 집단을 대상으로 실시하였다. 설문의 내용은 각 구성요소별로 쌍별비교를 하는 형태이고, 비교의 결과치는 0을 사용하지 않고 작게 영향을 미치는 1부터 가장 크게 영향을 미치는 9까지의 숫자만 사용 하였으며, 설문결과를 산술평균하여 Table 4 와 같은 결과를 도출했다. 또한 가중치 w 는 각 원소를 각 열의 합계로 나눈 값을 새로운 각 원소의 값으로 대입하고, 이 각 원소의 행별 값들을 평균하여 산출하였다. 계산결과, 설문에 응답한 전문가들은 구성요소 중 항만입지(0.452)를 1순위, 항만시설을 2순위(0.198), 물동량을 3순위(0.178), 서비스 수준 (0.174)을 4순위로 중요하게 생각하고 있다는 것을 알 수 있었다.

10) 항만경쟁력 세부구성요소추출과 중요구성요소 및 KJ방법과 관련한 자세한 설명은 김진구, opcit, 2002, pp. 106~110 참조.
11) 항만경쟁력 구성요소의 대표속성 및 평가요소별 자료추출과 관련한 상세한 설명은 김진구, opcit, 2002, pp.110~116 참조.

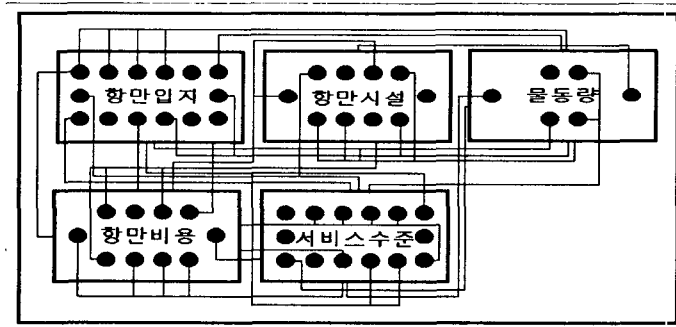
<표 5> 경쟁구성요소의 쌍별비교 및 구성요소의 가중치

구성요소 \ 가중치	물동량	항만 시설	항만 입지	서비스 수준	Priority Vector(ω)	
물동량	1	7.2	0.12	0.16	0.178	3순위
항만시설	0.14	1	0.22	5.7	0.198	2순위
항만입지	8.3	4.5	1	3.2	0.452	1순위
서비스수준	6.1	0.18	0.31	1	0.174	4순위
$\lambda = 4.07, \quad C.I. = 0.024, \quad C.R. = 0.026$						

또한, 설문지의 일관성비율인 C.R. 은 0.026으로 임계치인 0.1보다 작게 나타남으로서 설문지의 결과가 유효하고 일관성 있는 답변임을 확인 할 수 있다.

상호작용계수의 산출과 관련하여 살펴보면, 평가항목 사이에는 다소간의 속성중복 부분이 나타나고 있기 때문이다. 이러한 평가항목간의 중복성을 나타내면 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 평가항목간의 중복성(Interaction)개념도



이러한 현상을 규명하기 위하여 상호작용계수 λ 를 도입한다. λ 의 계산은 대표속성 (representative attribute) 2개씩 쌍별비교(pair comparison)를 통한 중복성을 묻는 설문을 통하여 파악할 수 있으며, 중요도를 묻는 설문과 동시에 시행되었다. <표 6>에서 볼 수 있듯이 평가항목별 비교에서 모두 음수 값으로 나타나는 것은 평가 항목의 특성들이 중복되어 있음을 의미한다.

<표 6> 평가항목간 상호작용계수

항목	물동량	항만시설	항만입지	서비스수준
물동량	0	-0.62	-0.58	-0.56
항만시설		0	-0.61	-0.69
항만입지			0	-0.50
서비스수준				0

전체에 대한 상호작용 설문 자료를 이용하여 각 평가 항목별로 値域을 변환하면 <표 7> 과 같이 된다.

<표 7> 평가항목별 상호작용계수

항 목 \ 상호작용	상호작용
물동량	-0.586
항만시설	-0.639
항만입지	-0.562
서비스수준	-0.580

$\lambda = -0.592$

평가항목별 평균적인 상호작용계수 λ 는 중복성이 -0.592로 계산되어 평균 59.2%정도의 평가속성별 개념이 중복되어 있음을 알 수 있다. 이러한 중복의 정도는 HFP의 계산 절차에서 반영한다.

나. 퍼지측도치 $g(\cdot)$ 산출

퍼지측도치 $g(\cdot)$ 는 평가속성별 중요도 $w(\cdot)$ 와 상호작용계수(λ)와의 연산을 통해 산출하게 되는데, 퍼지측도치 $g(\cdot)$ 의 산출결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 평가속성별 퍼지측도치

	$g(\cdot)$
$g(x_1)$ 물동량	0.249
$g(x_2)$ 항만시설	0.275
$g(x_3)$ 항만입지	0.563
$g(x_4)$ 서비스수준	0.244

상기에서 산출된 $g(\cdot)$ 는 대표속성의 중요도와 상호작용을 고려하여 계산된 퍼지측도치이며, 항만의 실증치를 기초로 산출된 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 와 퍼지 적분을 함으로서 대상이 되는 항만들의 경쟁력을 판단 할 수 있다.

다. 평가항목의 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 의 산출

퍼지평가치 $h(\cdot)$ 는 전술한 대표속성의 실증치를 활용하여 가장 큰 값을 「1」로 설정하고 이에 대한 상대적인 비율로서 각 항만별 평가치를 구한다. 평가치 $h(x)$ 를 종합하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 대표속성의 평가치

구성요소		항만별								
		Bang kok	Laem Cha bang	Mani la	Pen ang	Port Klang	Tan jung Priok	Tan jung Perak	Singapo re	
물동량 $h(x_1)$	실증치 (TEU)	1,073,517	2,195,024	2,867,836	635,780	3,206,753	2,476,152	949,029	17,040,000	
	퍼지평가치	0.063	0.129	0.168	0.037	0.188	0.145	0.056	1.000	
항만시설 $h(x_2)$	실증치(m)	3,217	1,600	4,414	931	4,392	1,410	1,450	9,786	
	퍼지평가치	0.329	0.163	0.451	0.095	0.449	0.144	0.148	1.000	
항만입지 $h(x_3)$	실증치 (선사수)	11	10	41	9	31	26	22	63	
	퍼지평가치	0.175	0.159	0.651	0.143	0.492	0.413	0.349	1.000	
서비스 수준 $h(x_4)$	실증치(항만 서비스율, %)	70	80	90	70	80	75	65	100	
	퍼지평가치	0.700	0.800	0.900	0.700	0.800	0.750	0.650	1.000	

4. 평가결과의 해석

1) 항만별 평가결과

앞서 산출한 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 값과 퍼지측도치 $g(\cdot)$ 값을 퍼지적분식에 대입하면 각 항만별 경쟁력에 대한 최종 평가점수를 구할 수 있다.

부산항에 대하여 평가치를 구하는 과정을 보이면 다음과 같다.

$$h(\cdot)$$

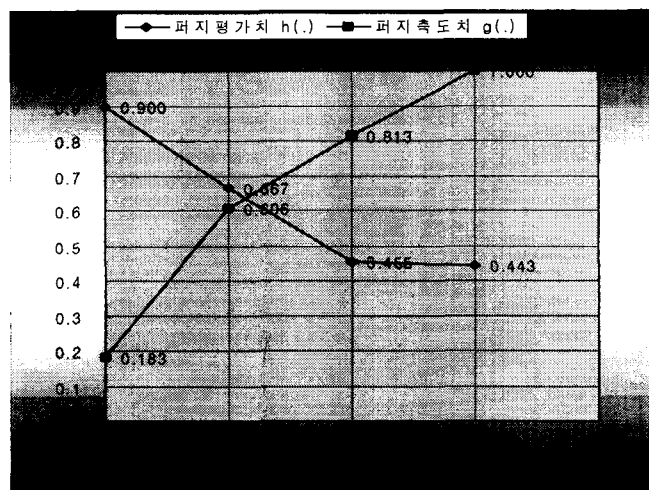
<표 10> 부산항의

항 만	물동량 $h(x_1)$	항만시설 $h(x_2)$	항만입지 $h(x_3)$	서비스수준 $h(x_4)$
Busan	0.443	0.455	0.667	0.900

<표 11> 부산항의 항만경쟁력 평가과정

퍼지평가치 $h(\cdot)$		퍼지측도값 $g(\cdot)$		평가점수
$h(X_4)$	0.900	$g(X_4)$	0.183	
$h(X_3)$	0.667	$g(X_4, X_2)$	0.606	
$h(X_2)$	0.455	$g(X_4, X_2, X_3)$	0.813	
$h(X_1)$	0.443	$g(X_4, X_2, X_3, X_1)$	1.000	

<그림 2> 부산항의 항만경쟁력 평가결과



2) 적용결과의 통합평가

각 항만에 대하여 퍼지적분 절차를 적용하여 통합 평가치를 산출하면 다음의 표와 같다.

<표 12> 항만별 퍼지적분 절차

항 만	평가항목, h(·), g(·)	퍼지평가 절차				적분치
		4	3	2	1	
Manila	평가항목	4	3	2	1	0.606
	평가치 h(·)	0.900	0.651	0.451	0.168	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Penang	평가항목	4	3	2	1	0.183
	평가치 h(·)	0.700	0.143	0.095	0.037	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Port Klang	평가항목	4	3	2	1	0.492
	평가치 h(·)	0.800	0.492	0.449	0.188	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Tan jung Priok	평가항목	4	3	1	2	0.413
	평가치 h(·)	0.750	0.413	0.145	0.144	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.793	1.000	
Tan jung Perak	평가항목	4	3	2	1	0.349
	평가치 h(·)	0.650	0.349	0.148	0.056	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Singa pore	평가항목	1	2	3	4	0.817
	평가치 h(·)	1.000	1.000	1.000	1.000	
	퍼지측도치 g(·)	0.187	0.394	0.817	1.000	

주: 1) 1(立地), 2(施設), 3(物動量), 4(서비스)

HFP법 알고리즘(algorithm)에 의해 도출된 항만별 경쟁력 평가점수 순위를 살펴보면 다음의 표와 같다.

<표 13> 항만경쟁력 순위

순 위	항 만 목 록	평가치
1	Singapore	0.817
2	Manila	0.606
3	Port Klang	0.492
4	Tanjung Priok	0.413
5	Tanjung Perak	0.349
6	Bangkok	0.329
7	Laem Chabang	0.183
	Penang	0.183

3) 평가결과의 해석

동아시아 지역 내의 항만은 상호보완적인 역할을 하고 있는 부분도 있으나, 장기적으로 볼 때 경쟁관계에 놓이게 될 것이다. 이러한 측면에서 볼 때, 동남아 항만만의 경쟁력 순위만을 가지고는 한국 항만과의 상대적인 비교가 어렵다. 따라서 ASEAN국가의 항만과 한국 항만을 동일한 평가구조에서 평가를 행하여 종합 경쟁력순위를 구하는 것은 한국 항만의 경쟁력 위치를 가늠케 하여, 대 아시아권 항만전략 수립 시 큰 도움을 줄 수 있다. 한국 항만의 구성요소별 평가치를 산출하면 다음과 같다.

앞서 고찰한 ASEAN 국가의 항만에 한국의 대표항만을 포함시켜 종합적인 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 를 구하면 <표 14>와 같다.

<표 14> 한국항만을 포함한 종합 퍼지평가치

항만별 구성요소		Bangko	Laem	Ma	Pe	Port	Tan	Tan	Singa	Bu	In
		k	Cha	nila	nan	Klang	jun	jun	pore	san	chon
물동량 $h(x1)$	실증치 (TEU)	1,073, 517	2,195, 024	2,867, 836	635, 780	3,206, 753	2,476, 152	949, 029	17,040, 000	7,540, 387	611, 261
	퍼지 평가치	0.063	0.129	0.168	0.037	0.188	0.145	0.056	1.000	0.443	0.036
항만시 설 $h(x2)$	실증치 (m)	3,217	1,600	4,414	931	4,392	1,410	1,450	9,786	4,457	1,160
	퍼지 평가치	0.329	0.163	0.451	0.095	0.449	0.144	0.148	1.000	0.455	0.119
항만입 지 $h(x3)$	실증치 (선사수)	11	10	41	9	31	26	22	63	42	18
	퍼지 평가치	0.175	0.159	0.651	0.143	0.492	0.413	0.349	1.000	0.667	0.286
서비스 수준 $h(x4)$	실증치 (항만 서비스 율, %)	70	80	90	70	80	75	65	100	90	70
	퍼지 평가치	0.700	0.800	0.900	0.700	0.800	0.750	0.650	1.000	0.900	0.700

전 절의 과정과 동일하게 퍼지평가치 $h(\cdot)$ 값과 퍼지측도치 $g(\cdot)$ 값을 퍼지적분식에 대입하여 각 항만별 경쟁력에 대한 최종 평가점수를 구한다.

ASEAN국가의 항만 및 한국의 항만에 대하여 퍼지 적분 절차를 적용하여 통합 평가치를

구하는 과정은 다음의 표와 같다.

<표 15> ASEAN국가 항만 및 한국항만에 대한 퍼지적분 절차

항 만	평가항목, h(·), g(·)	퍼지평가 절차				적분치
		4	3	2	1	
Manila	평가항목1	4	3	2	1	0.606
	평가치 h(·)	0.900	0.651	0.451	0.168	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Penang	평가항목	4	3	2	1	0.183
	평가치 h(·)	0.700	0.143	0.095	0.037	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Port Klang	평가항목	4	3	2	1	0.492
	평가치 h(·)	0.800	0.492	0.449	0.188	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Tan jung Priok	평가항목	4	3	1	2	0.413
	평가치 h(·)	0.750	0.413	0.145	0.144	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.793	1.000	
Tan jung Perak	평가항목	4	3	2	1	0.349
	평가치 h(·)	0.650	0.349	0.148	0.056	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Singa pore	평가항목	1	2	3	4	0.750
	평가치 h(·)	1.000	1.000	1.000	1.000	
	퍼지측도치 g(·)	0.250	0.500	0.750	1.000	
Busan	평가항목	4	3	2	1	0.606
	평가치 h(·)	0.900	0.667	0.455	0.443	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	
Inchon	평가항목	4	3	2	1	0.286
	평가치 h(·)	0.700	0.286	0.119	0.036	
	퍼지측도치 g(·)	0.183	0.606	0.813	1.000	

주: 1) 1(입지), 2(시설), 3(물동량), 4(서비스)

ASEAN국가의 항만 및 한국항만에 대하여 HFP법 알고리즘(algorithm)을 적용한 결과 도출된 항만별 경쟁력 평가치 및 순위를 살펴보면 다음의 표와 같다.

<표 16> 항만경쟁력 순위

순 위	항 만 목 록	평가치
1	Singapore	0.750
2	Busan	0.606
	Manila	0.606
4	Port Klang	0.492
5	Tanjung Priok	0.413
6	Tanjung Perak	0.349
7	Bangkok	0.329
8	Inchon	0.286
9	Laem Chabang	0.183
	Penang	0.183

위 결과를 놓고 볼 때, Singapore항, Manila항을 제외한 ASEAN국가의 항만은 부산항보다 경쟁력이 뒤지는 것으로 판단된다. 그러나 항만시설 측면의 투자, 다양한 정기선사의 유인정책, 물동량의 증가 및 항만 인지도의 상승 등에서는 부산항의 경쟁력을 위협하고 있다. 또한 인천항의 경우 컨테이너처리 만을 비교하였을 때는 하위권그룹에 속한다.

4) 종합평가

본 연구의 범위는 ASEAN을 대상으로 하여 실제 경쟁을 하고 있고, 지역적으로 가까우며, 컨테이너 화물처리량에서 세계 100위내에 위치하는 항만을 추출하여 연구를 수행하였다. 또한 이들 항만과 한국의 항만과의 경쟁력비교를 위하여 한국의 부산 및 인천항을 추가 투입하여 종합적인 경쟁력을 비교·평가하였다. 상기 연구에서 나타난 결과를 한국 항만의 향후과제와 비교하여 종합평가를 하여 보면 부산항의 경쟁력 우위의 현상은 몇 가지 문제점과 한계를 가지고 있다.

첫째, 물동량의 경우 총량적인 처리량은 우위에 있으나, 부가가치를 창출하는 환적화물의 비율이 상대적으로 낮은 형편이다. 세계적인 경쟁력을 갖추고 있는 싱가포르항만의 경우 총 처리화물 중 환적화물의 비율이 80%인데 비하여 부산항의 경우 30%에 그치고 있다. 적극적인 전략구사로 환적화물을 유치하고, 선사 및 화주에 대한 港灣忠誠度(port royalty)를 높여갈 필요가 있다.

둘째, 가장 문제가 되고 있는 부산항의 개선할 점은 시설 확충 및 기존시설의 재배치를 통한 효율적인 항만사용을 들 수 있겠다. 시설우위를 통한 경쟁력 확보를 위하여 세계의 항만들은 치열한 경쟁을 벌여가고 있다. 부산항 역시 항만시설 확보의 Lead Time을 한

때 失機하여, 현재 어려운 상황을 겪고 있으며, 이를 해소하기 위한 신 항만건설에 박차를 가하고 있는 상황이다. 그러나 주위 경쟁항만들의 항만건설 및 자동화수준을 끊임없이 관찰하고 주목할 필요가 있다.

셋째, 이상의 결과를 정책적인 측면에서 놓고 볼 때 경쟁력평가에 가장 중요한 역할을 차지하는 항만입지는 물리적인 노력으로 옮기는 것이 불가능하며, 물동량 요소 또한 항만 입지와 긴밀한 관계를 가지고 있는 요소이기 때문에 근원적인 국가 항만경쟁력 提高를 위한 노력을 기울이기에는 어려운 요소로 판단된다. 하지만, 항만시설 및 서비스수준은 국가 정책에 의한 투자 및 운영상의 효율성을 가하면 충분히 향상 될 수 있는 요소로 판단되며, 경쟁에서 우위를 점유하기 위해서는 이러한 두 가지 요소에 초점을 맞추어 요소향상에 힘을 기울인다면 물동량 점유를 통한 국가 경쟁력 향상에 크게 기여 할 수 있을 것이다.

IV. 結 論

1. 연구결과의 요약

21세기 국제 로지스틱스 부문의 개선을 통한 물류비용의 절감과 서비스 개선 및 이윤창출은 국가경쟁력 측면에서도 매우 중요한 문제라 하겠다. 특히, 로지스틱스 처리 면에서 막대한 비중을 차지하고 있는 항만의 경우 그 어느 때보다 중요성이 강조되고 있다. 이러한 상황을 반영하듯이 동아시아 권역내의 국가들은 수출입화물의 원활한 처리 및 막대한 경제적 파급효과를 발생시키는 항만에 적극적인 관심을 기울이며 투자계획을 수립하고 있다. 이러한 측면에서, 본 연구는 경쟁국의 항만현황을 조사하고, 실제 경쟁을 주도하는 구성요소를 파악하며, 파악된 구성요소를 사용하여 경쟁력을 평가해 봄으로써 다양한 개선 방안을 제시함을 목적으로 하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 국제 로지스틱스 전략의 근간이 되는 항만 경쟁력 평가를 위하여 선행연구를 통하여 다양한 항만 경쟁력 속성을 밝혔다.

둘째, 선행연구의 경우 경쟁력 요소를 파악하는데 있어서, 각 그룹별 이해도를 구분하여 요소추출을 하지 못하거나, 구분하여 추출한 경우에도 그룹별 평준화 과정을 거치지 못한 사례가 발견되었다. 또한, 연구자들의 연구시기에 큰 차이가 있어서 본 연구에 선행연구의 구성요소를 도입하기에는 무리가 있다고 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 항만과 로지스틱스의 경쟁력을 연구하는 전문가들로 하여금 상기의 경쟁력 구성요소를 바탕으로 해서

KJ방법을 적용하게 한 결과, 물동량, 항만시설, 항만입지, 항만비용, 서비스수준의 5가지 중요 구성요소로 그룹 평가할 수 있었다. 선정된 중요 구성요소의 정의를 요약정리하면 다음과 같으며, 이 중 항만 비용의 항목은 ASEAN국가의 항만 특성상 일률적인 평가기준을 적용할 수 없었기 때문에 추후의 연구과제로 처리하였다.

항만입지는 지리적 여건과 향후 개발 여건을 포함하는 것으로, 입지가 좋을수록, 항만시설은 부두선석, 하역장비 및 장치능력을 포괄하여 시설의 수가 많을수록 경쟁력이 크다. 물동량이 많을수록 항만 이용자에 의한 선호도가 높은 것으로 해석하여 경쟁력이 높다고 평가한다. 비용은 선박 입출항 관계, 화물처리, 기타 부대서비스비용 등으로 구성되며 비용이 적을수록 경쟁력이 높게 된다. 항만서비스는 항만에서 제공하는 유형, 무형의 재화와 정보의 공급을 총칭한다.

셋째, 도출된 평가속성을 이용하여 다속성·다계층평가 구조를 형성하였다.

넷째, 파악한 다속성·다계층평가 구조에, 제시한 계층퍼지분석법(HFP) 알고리즘을 적용하여 ASEAN국가의 항만별 경쟁력 순위를 정하였다. 연구결과, 1위 Singapore(0.817), 2위 Manila(0.606), 3위 Port Klang(0.492), 4위 Tanjung Priok(0.413), 5위 Tanjung Perak(0.349), 6위 Bangkok(0.329), 공동 7위 Laem Chabang(0.183)과 Penang(0.183)으로 나타났다.

다섯째, 동아시아 지역내의 항만은 상호보완적인 역할을 하고 있는 부분도 있으나, 장기적으로 볼 때 경쟁관계에 놓이게 될 것이다. 이러한 측면에서 분석하면, ASEAN국가 항만만의 경쟁력 순위만을 가지고는 한국 항만과의 상대적인 비교가 어렵다. 따라서 ASEAN국가의 항만과 한국항만을 동일한 평가구조로써 평가하여 종합 경쟁력 순위를 추출하는 것은 한국 항만의 경쟁력 위치를 가늠해 하여, 아시아권에 대한 항만전략 수립 시 큰 도움을 줄 수 있다고 판단된다. 이러한 차원에서 한국의 항만을 동일한 평가구조에 투입하여 상대적인 경쟁력을 평가하였다. 연구결과, 1위 Singapore (0.750), 공동 2위 Busan(0.606)과 Manila(0.606), 4위 Port Klang(0.492), 5위 Tanjung Priok(0.413), 6위 Tanjung Perak(0.349), 7위 Bangkok(0.329), 8위 Inchon(0.286), 공동 9위 Laem Chabang(0.183)과 Penang(0.183) 순으로 나타났다.

2. 연구결과의 시사점

지금까지 살펴본 바와 같이 본 연구는 세계에서 가장 치열한 항만간 경쟁이 벌어지고 있는 ASEAN을 대상으로 하여, 국제로지스틱스 流·出入에 막대한 영향을 미치는 항만의 경쟁력을 평가한 것에 큰 의의가 있다. 특히, 국내 및 국외의 일부 연구에서 東北亞의 일부 대형 항만들에 관심을 가지고, 항만선택의 선호도를 분석하는 연구는 있었으나, 본 연구와 같은 정교한 모델을 적용한 논문은 전무한 실정이었다. 또한 근래 정기선 선사들의 터

미널 이전, 항만개발 등 다양한 변화를 겪고 있는 ASEAN을 대상으로 하는 논문은 현재까지는 없었다. 이러한 상황 및 필요성에 의하여 본 연구는 항만경쟁력 평가에 있어서 가장 적합한 모델을 찾아낸 후, 평가할 수 있는 경쟁력평가 요소를 추출하였으며, 이를 적용하여 엄밀한 평가결과를 도출해 내었다. 또한 ASEAN과 국내항만의 경쟁력평가를 통하여, 한국 항만의 상대적인 경쟁력을 제시한 것도 본 연구의 큰 성과로 볼 수 있다.

본 연구에서는 ASEAN국가간 일관성 있는 항만비용자료를 정량화할 수 없었다. 따라서 향후 연구과제로서 모델적용 시 항만비용을 평가항목에 투입하여 보완·발전시킴으로서 본 논문의 질을 제고 시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

- 國家競爭力 強化企劃團, 『‘物流와 國家競爭力』, 1995.
- 김진구·여기태·이종인, “국제해운항만로지스틱스에 있어서 항만경쟁력의 평가에 관한 연구: 계층퍼지분석법의 적용”, 『한국로지스틱스연구』, 제10권 제2호, 2002. 12.
- 김진구·이종인, “항만개발·운영과 로지스틱스에 있어서 부두생산성 향상에 대한 종합적 접근”, 『한국항만경제 학회지』, 제13집, 1997(제12차 항만경제학 국제학술대회 발표논문), pp.151~175.
- 백종실, 『아시아 主要國 港灣背後地 物流據點化 政策 比較研究』, KMI, 1999.
- 여기태·박창호·김진구, “부산항 재개발 대상지의 개발우선순위 평가 및 개발방안에 관한 연구”, 『한국항만 경제 학회지』, 제18집 제1호, 2002. 6(제17차 항만경제학 국제학술회의 발표논문), pp.61~83.
- 韓國 로지스틱스 學會, 『로지스틱스 21세기』, 2002.
- 韓國海洋水産開發院, 『우리나라 主要港灣의 國際物流 中心化 方案』, 1997.
- 海洋水産部, 『港灣便覽』, 1997.
- ESCAP. 2001. *Country-Level Seminar on Shipping and Port Development Strategies*, U.N. ESCAP.
- Gim, Jin Goo & Jong In Lee, "Integrated Approaches to Berth Productivity Improvements in Port Development Operation and Logistics: A Conceptual Perspective", *JOURNAL OF THE KOREAN INSTITUTE OF PORT RESEARCH*, Vol.11, No.1, June 1997. pp.85~99.
- Gim, Jin Goo, "Korean Maritime Policies with Reference to the UN Code of Conduct for Liner Conferences", *MSc Dissertation of Sea-Use Law, Economics and Policies*, London School of Economics, September 1993.
- Hilling, David, "Port Efficiency and Capacity - Identifying the Bottlenecks", *Proceedings of Port:Asian Port Management Conference*, Djakarta: PORTEC, 1985.
- Hoyle, B.S. and D. Hilling, eds, *Seaport Systems and Spatial Change*, Chichester: Wiley, 1984.
- Imakita, J. A., *Techno Economic Analysis of the Port Transport System*, Hants, England: Saxon House, 1987.
- Park, Chang-Ho & Jin-Goo Gim, "A COMPARATIVE STUDY ON SHIPPING AND PORT LOGISTICS IN MAJOR NORTH CHINA'S PORTS: TIANJIN, QINGDAO AND DALIAN", International Conference on Northeast Asian Economics Forum,

- Hawaii, August 2002 in *Korea Logistics Review*, Vol. 12, 2002, pp.153~177.
- Sugeno, M., "Theory of Fuzzy Integral and Its Applications", *Doctorial Thesis*, Tokyo Institute of Technology, 1974.
- 菅野道夫, "Fuzzy測度の構成とFuzzy積分によるパターン の類似度評價", 日本計測自動制御學會 論文集, 第9卷, 第3號, 1973.
- 三木楯彦, "國際 로지스틱스 시스템의最適化に 關する 研究", 1984.
- Sugeno, M., T. Terano & 淺居喜代, 「ファジイシステム 入門」, 東京: オーム社, 1980.
- Port of Kobe and Osaka 研究會, "システムのシミュレーション的 考察(大阪港,神戸港の合)", 關西物流近代化 *Center*, No.18, 1978.
- 市川廣一, "港灣開發 效果 評價 モデルとその適用", 計測自動制御學會, 1984.
- Tskamoto, "複雑な意思決定における評價屬性構造", 計測自動制御學會論文集, Vol.28, No.9, 1992.
- 本多中二 & 大里有生, 「ファジイ工学入門」, 東京: 海文堂, 1989.