

■ 論 文 ■

FCM법을 이용한 아시아 항만의 경쟁력 수준 분류와 부산항의 위상

An Application of FCM(Fuzzy C-Means) for Clustering of Asian Ports
Competitiveness Level and Status of Busan Port

류형근

(한국해양대학교
물류시스템공학과 박사과정)

이홍걸

(한국해양대학교
물류시스템공학과 강사)

여기태

(우석대학교
유통통상학부 조교수)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - II. 관련연구 및 연구방법
 - 1. 기존 관련연구의 방법론과 문제점
 - 2. 항만의 경쟁력요소와 관련한 연구와 대상항만의 선정
 - 3. FCM(Fuzzy C-Means)법
 - III. 항만 경쟁수준의 분석
 - 1. 대상항만의 현황
 - 2. 일반 군집분석법을 이용한 분류
 - 3. FCM법을 이용한 분류
 - IV. 아시아 항만의 군집별 특징과 부산항의 위상
 - 1. 아시아항만의 군집별 특징
 - 2. 부산항의 위상
 - 3. 부산항의 앞으로의 방향
 - V. 결론 및 추후과제
- 참고문헌

Key Words : FCM(Fuzzy C-Means), 아시아 항만, 군집분석, 항만경쟁수준, 허브항

요 약

해운 및 항만물류 환경의 변화로 말미암아, 현재 아시아 항만들은 치열한 경쟁상황에 놓여 있으며, 권역내 거대중심항이 되기 위한 집중적인 투자와 체계적인 전략수립을 추진하고 있다. 따라서, 현시점에서 아시아 항만의 경쟁력을 분석/분류하고 평가하는 것은 부산항이 속해 있는 우리나라의 입장에서 매우 중요한 연구임에 틀림없다. 그러나, 이와 관련하여 다수의 기존연구가 수행되어 왔지만, 연구의 대상을 아시아 항만을 뛰어넘어 세계 주요항만으로 하거나, 게다가 어떤 객관적인 기준이 없이 단순히 해당시점에 널리 회자되고 있는 항만들을 대상으로 하여, 부산항의 입장에서 실질적이고 명확한 분석지표로 활용되기 곤란한 연구가 대부분이었다. 또한 연구의 방법론적 측면에서 기존연구들은 크게 AHP(Analytical Hierarchy Process)법과 같은 계층평가알고리즘과 군집분석법(Clustering analysis)을 이용하여 항만의 순위를 정하거나 항만을 동일군으로 군집화하여 분석을 행하였으나, 이 두 가지 방법은 알고리즘상 고유의 문제점을 가지고 있어, 분석법에 따른 해석의 편중이 빈번히 발생하였다. 본 연구의 목적은 항만인프라와 관련한 경쟁력요소를 중심으로 아시아 주요항만을 경쟁수준별로 체계적으로 분류하는 것이다. 특히, 기존연구의 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 객관적인 지표에 의거하여 아시아 주요 대상 항만을 선정했다. 게다가 연구 방법론의 측면에서 기존의 군집분석법의 문제점을 보완하기 위해 FCM(Fuzzy C-means)기법을 이용하여 분석을 수행하였다. 분석결과, 아시아 16개 주요 항만들 중 10개 항만이 독자적인 위상을 가지고 4가지 항만군을 형성하고 있었으며, 나머지 6개항만은 다른 10개 항만들과 같은 독자적인 특성을 보이지 않아, 현시점에서 하나의 군집으로 명확히 분류될 수 없는 것으로 분석되었다. 게다가, 독자적 위상을 가지고 있지 않은 항만들 중, 몇 개의 항만은 향후 변화의 가능성이 매우 높고 그리고 아시아 항만전체의 판도변화의 주역으로 발전할 가능성도 높은 항만으로 분석되었다. 이러한 분석결과는 아시아 항만의 판도의 고찰과 더불어 다각도로 고찰되었으며, 그러한 고찰결과에 기초하여 끝으로 부산항의 현재위상과 대략적인 앞으로의 방향이 제시되었다.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

아시아 주요항만의 분류와 더불어 부산항의 위상과 진정한 경쟁력을 파악하는 것은 해운 및 항만환경 변화로 인해 치열한 경쟁상황에 놓여있는 현시점에서 매우 중요한 연구임에 틀림없다. 따라서, 이러한 연구의 중요성에 입각하여 다수의 기존연구에서 항만을 경쟁력수준으로 분류 및 평가하고 부산항의 위상과 경쟁력을 다루어 왔다. 그러나, 이와 관련한 기존문헌들을 살펴보면, 우선 부산항이 속해있는 아시아 항만의 대상을 뛰어넘어 세계 주요항만을 대상으로 하여, 부산항의 입장에서 직접적인 연관성이 결여된 연구가 다수 있으며, 게다가 어떤 연구는 대상항만의 선정과 관련하여 객관적 기준이 아닌 단순히 거론되고 있거나 중요시되고 있는 주변 항만만을 대상으로 하고 있어, 실제적인 평가지표로서의 가치가 떨어지는 문제점도 있다. 따라서, 보다 명확하고 실용적인 취지에서 부산항의 위상 혹은 경쟁력을 고찰하기 위해서는 부산항을 포함한 아시아 주변의 항만이 연구의 대상이 되어야 하고, 널리 통용되는 객관적 지표에 기초하여 평가 대상항만의 선정에 임정을 기할 필요가 있다.

항만은 다양한 기능들이 유기적으로 결합된 형태로, 항만의 평가 및 분류와 관련한 분석은 다차원/다속성 평가알고리즘의 적용이 필요하다. 이와 관련하여 기존 문헌들은 AHP(AHP:Analytical Hierarchy Process)법과 HFP(HFP:Hierarchical Fuzzy Process)법 등의 다속성 계층평가알고리즘을 사용하여 항만의 경쟁력을 분석하거나(노홍승외3, 1996; 여기태·이철영, 1996; 이석태·이철영, 1993), 군집분석법 및 주성분 분석법을 이용하여, 항만을 군집화하여 위상을 분석하고 있다(정태원·곽규석, 2001; 문성혁·이준구, 1999; Tongzon, 1995; 양창호, 1997).

그러나, AHP와 HFP법을 이용하여 항만을 평가한 기존문헌의 경우, 평가문제가 가지고 있는 속성상, 항만들을 수준별로 군집화하지 않고, 단순히 순위만을 정하여 항만들의 위상을 제시하고 있다. 또한, 군집분석법 및 주성분 분석을 이용한 연구들은 각 군집에 속한 항만들보다 군집자체의 특성에 비중을 두게 되어, 항만의 속성변수의 값을 변화시키지 않고서, 각 군집내 항만의 소속정도 및 이탈가능성 등의 경향을

파악하기 불가능하다.

결과적으로, 경쟁력수준에 기초한 항만의 분류 및 평가와 관련한 연구는 부산항의 입장에서 중요한 연구임에도 불구하고, 연구의 영역 및 대상항만의 선정, 그리고, 방법론적 측면에서 여전히 문제점을 가지고 있어, 이러한 문제점들을 보완한 실질적인 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 이러한 점에 주목하여, 퍼지 클러스터링 기법(FCM:Fuzzy C-Means)을 이용하여 항만 경쟁력의 기본이 되는 항만의 인프라(Infrastructure)와 관련한 경쟁력 요소들을 중심으로 아시아 주요항만을 체계적으로 분류하고, 부산항의 위상에 관해 고찰하는 것을 목적으로 한다. 즉, 본 연구에서는 우선, 부산항의 입장에서 직접적으로 연관이 있는 아시아 주요항만을 널리 통용되는 지표를 토대로 선정하고, 위에서 언급한 방법론적 측면에서의 문제점을 보완한 분석법을 사용하여, 항만을 분류하고, 이 결과를 토대로 부산항의 위상과 앞으로의 방향에 대해 제안하고자 한다.

II. 관련연구 및 연구방법

1. 기존 관련연구의 방법론과 문제점

다수의 항만들의 경쟁력을 분석한 연구는 크게 다수 항만들에 대한 평가와 동종항만들로 군집화하는 분류에 관한 연구로 나누어진다. 본 연구의 목적은 아시아 항만들을 경쟁력 수준에 의거하여 분류하는 것을 목적으로 하고 있어, 엄밀한 의미로 항만의 평가에 관한 연구와는 조금 거리가 있으나, 기존의 많은 연구들이 경쟁력 분석을 위해 다수의 항만들을 평가하고 있는 실정이어서, 본 연구와 관련한 연구로 취급하여 다루고자 한다.

항만의 평가를 위해 기존 연구에서 사용한 분석방법으로는 계층평가알고리즘으로 널리 통용되고 있는 AHP(AHP:Analytical Hierarchy Process)법(노홍승외3, 1996)과 AHP법의 문제점을 개선하여 요소간 상호중복성의 문제를 극복한 HFI법(HFI:Hierarchical Fuzzy Integrals) 및 HFP법(HFP:Hierarchical Fuzzy Process)(여기태·이철영, 1996; 이석태·이철영, 1993)이 있다. 이러한 기존 연구에서는 각 대상 항만을 독립적인 개체로 보고, 다속성 요소들간의

가중치를 구하여 평가순위를 정하고, 순위를 상승시킬 수 있는 요인을 분석하여 항만의 위상과 향후 전략적 방안을 제안하고 있다. 특히, 여기서 이용된 분석방법은 대상개체의 평가시 정성적 요소가 지닌 퍼지니스(Fuzziness)성과 정량적요소의 특성을 동시에 고려할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 이러한 연구에서는 평가문제가 가진 고유의 속성상, 대상항만의 경쟁력에 기초한 전체적인 판도와 양상을 알 수 없다. 또한, 현재 해당 항만과 비슷한 수준의 항만군, 보다 나은 능력을 보유한 항만군, 해당 항만을 능가할 수 있는 발전 가능성이 높은 항만군 등에는 어떠한 항만이 존재하는지 파악하기 곤란하다. 즉, 이러한 연구결과를 토대로 항만의 위상을 파악한 후, 전략적 차원에서 향후 발전계획을 수립할 때, 목표로서 몇위의 항만을 발전모델로 두어야 하며, 게다가 결과적으로 목표순위의 달성이 가져다 주는 것이 단순한 순위상승이외에 전체적으로 어떤 의미를 가지는 것인지 알 수 없다. 다시 말해서, 목표순위를 1위로 두지 않는 한, 그 외의 목표순위가 가지는 의미와 비중이 불명확해진다.

한편, 항만의 분류를 위한 기존연구에서 사용된 분석방법으로는 군집분석법 및 주성분 분석이 있다. 이러한 방법론을 사용한 기존연구(정태원·곽규석, 2001; 문성혁·이준구, 1999; Tongzon, 1995; 양창호, 1997)는, 각 대상항만의 순위를 평가하기는 어려우나, 항만을 비슷한 수준의 군집별로 분류할 수 있고, 그것을 토대로 각 군집의 특성을 고찰하여 전체 항만들의 판도와 더불어 대상항만의 위상을 파악할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 이러한 분석법을 이용한 분류는 알

고리증상 각 군집에 속한 대상들보다 군집자체의 특성에 비중을 두게 된다. 따라서, 대상의 속성변수 값을 변화시키지 않고서, 각 군집내 대상의 소속정도 및 이탈가능성 등의 경향을 파악하기 불가능하다. 따라서, 이러한 분석법으로는 가까운 미래의 변화와 추이를 전혀 가능할 수 없다. 게다가, 여러 군집에 조금씩 속하여 있으면서 향후 발전가능성과 잠재력을 지닌 대상도 존재하므로, 그러한 것을 명확하고 쉽게 찾아낼 수 없다. 즉, 이러한 분류법은 알고리즘상, 기존의 집합론적 관점에서 해당개체는 각 군집에 대해 소속도(Membership grade)가 0 또는 1의 값을 취하게 되므로, 분명한 경계선을 가지고 항만을 몇 개의 항만군집으로 분류하는데서 문제가 발생하게 된다. 따라서, 각 군집에 속한 개체에 대한 보다 다양한 해석이 가능하게 하기 위해서는 소속도를 [0, 1]사이로 확장하여 분석을 행할 필요가 있으며, 여기에 적합한 분석방법으로 후술할 Bezdek (1981)이 제안한 FCM법이 있다. 일반 군집분석법과 FCM법의 일반적인 장단점을 정리하면 <표 1>과 같다.

2. 항만의 경쟁력요소와 관련한 연구와 대상항만의 선정

항만의 경쟁력과 관련하여 기존의 연구문헌을 정리하면 <표 2>와 같다. 여기서 몇 가지 기존연구의 내용을 살펴보면, 우선, 외국연구의 사례로서, Allen(1982)은 수송거리를 Murphy et al.(1992)은 항만채선, 항만규모, 항만근접도, 선박기항빈도 등을 항만의 경쟁력 및 선택기준요소로 고려하였다. 또한, Willingale(1981)

<표 1> 일반 군집분석법(HCM법)과 FCM법의 장단점

구분	일반군집분석법(HCM법)	FCM법
장점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 특성에 따른 다수개체들의 명확한 분류에 용이 (따라서, 많은 데이터들의 특성별 정리와 군집의 특성에 따른 차별화된 방안 수립시 용이) 2. DB검색에 있어서, 많은 양의 데이터들의 검색이 필요할 경우, 우선적으로 군집을 검색하여 적합한 군집을 발견하고, 거기에 속한 데이터를 검색하는 방식으로 검색속도의 효율을 높일 수 있음 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 군집내 개체에 대한 여러 가지 해석이 가능(향후 추세 변화에 대한 대략적인 예측이 가능) 2. 군집의 경계부분에 있어, 어느 한 군집에 속하기 어려운 개체에 대한 해석이 가능 3. DB 검색에 있어서, 유저 친화적인 탄력적 검색을 지원 (명확한 검색결과가 없을 시, 유사한 대안 혹은 정보를 제공할 수 있어, 지능형 정보시스템 구축에 많이 이용됨)
단점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 알고리즘상, 군집간의 경계부분에 있는 개체를 군집화하기에 곤란 2. 분류된 군집에 속한 개체에 대한 여러 가지 해석이 곤란 3. 정보검색에 있어서 유저 친화적인 탄력적인 검색을 저해할 수 있다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 명확한 군집화가 목적인 경우, 혹은 많은 개체의 일괄적인 특성분석을 위한 경우, HCM법만으로도 충분함 2. 기존 HCM법에 퍼지 알고리즘이 추가된 형태로 기존 방법보다 계산과정이 복잡.

은 20개 선사를 대상으로 기항지 결정과 항만선택 기준을 조사하였는데, 그 연구의 결과를 보면, 선사들은 특정항만을 선택하는데 있어, 당해항만의 입지요인, 기술요인, 운영요인, 재정요인, 인적요인 등을 고려했다.

항만의 경쟁력 및 항만선택의 결정요인을 분석한 국내의 기존문헌의 경우, 김학소(1993)는 수출의 경우 해상수송거리, 연간화물 발송량, 선적시간, 항만평균 체선시간, 등이 영향력이 있으며, 수입의 경우, 해상수송거리, 정기선 입항척수, 연간화물 반입량, km당 내륙수송비용 등이 영향력이 큰 것으로 분석하였다. 정태원·곽규석(2001)은 동종항만의 분류와 관련한 연구에서 총물동량, 선적수, 안벽길이, 야드넓이, 1인당GNP 등을 항만선택의 결정요소로 선정하였다.

한편, 이러한 선행연구의 일부는 완결된 연구가 아니고 계속적으로 연구가 진행중에 있다. 그리고, 연구자의 연구의 시기에 큰 차이가 있고, <표 2>에서 보듯이 항만을 선택하는 대상의 입장 및 선호도에 따라 구성요소들이 달라진다. 따라서, 항만의 경쟁력 요소와 관련하여 특정 연구의 결과를 대표연구로 선정하기 곤란하고, 게다가, 기존문헌에서 제시된 다수의 경쟁력 요소들이 내용면에서 상호 유사성을 지니고 있는 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 관련문헌에서 제시한 여러

<표 2> 항만경쟁력 구성요소와 관련한 기존연구

저자	구성요소
Allen	수송거리
Murphy외 3	항만채선, 항만규모, 항만근접도, 선박기항분포 등
French	-내생적 요소- 터미널 시설, 효율, 항만혼잡, 서비스, 연계수송 능력, 항만관리 운영자 -외생적 요소- 배후지 경제규모, 국민경제상태, 통상정책, 세계경기
Willingale	입지요인, 기술요인, 운영요인, 재정요인, 인적요인 등
UNCTAD	지리적 위치, 배후연계수송, 안정성등
김학소	해상수송거리, 연간화물발송량, 선적시간, 해상운송거리, 정기선 입항척수,연간화물 반입량 등
전일수의 2	항해시설 및 장비보유현황, 항만생산성, 가격경쟁력, 서비스 수준
정태원·곽규석	총 물동량, 선적수, 안벽길이, 야드넓이, 1인당 GNP 등

요소들 중 항만인프라와 관련된 경쟁력요소들을 모으고, 항만 물류 및 경쟁력을 연구하는 전문가들을 대상으로 의견수렴과정을 거쳐, 요소들을 추출하고 최종적으로 KJ법을 이용하여 요소들을 그룹핑하였다. 그 결과, 항만인프라에 기초한 경쟁력요소를 항만이 위치한 지정학적 입지와 시설적 측면, 그리고, 항만의 종합적인 능력을 상징하는 물동량으로 나눌 수 있었다.

한편, 입지의 경우, 그것의 좋고 나쁨을 가늠할 수 있는 대표적인 기준은 그 항만에 정기적으로 기항하는 정기선사 취항수로 파악할 수 있다(여기태, 2002). 다음으로, 항만의 시설은 선박의 항해 및 접/이안에 필요한 기반시설과 선박내의 화물을 신속히 처리하기 위한 하역/수송시설, 그리고 화물을 보관할 수 있는 보관시설이 기본이 된다(이철영, 1998). 거기에 운영/관리체계와 정보시스템이 각 시설의 효율과 편리를 도모하기위한 수단으로 이용된다. 따라서, 항만의 시설적 측면에 있어서의 기본능력은 선박의 항해 및 접/이안과 관련한 능력, 하역 및 수송능력, 보관능력으로 볼 수 있다.

그러므로, 선박의 항해 및 접/이안과 관련한 능력은 기본적으로 선박의 접/이안에 충분한 안벽의 길이를 어느 정도 확보하고 있는나 매우 중요하며, 하역과 수송능력은 그것을 처리하기 위한 충분한 장비를 보유하는 문제와 직결된다. 마지막으로 보관능력은 보관과 관련된 자동화 기술 및 정보처리 기술 등 다수의 요소들이 영향을 미칠 수 있으나, 기본적으로 얼마나 충분한 보관공간(장치장 공간)을 가지고 있는나 중요한 관건이 된다. 즉, 이는 항만의 면적과 직결되는 문제이다.

이상의 결과로부터, 본 연구에서는 <표 3>과 같이 항만인프라와 관련한 경쟁력을 관련문헌과 전문가의 의견수렴과정을 거쳐 3가지 범주(입지, 시설, 물동량)로 나누고, 각 범주를 대표하는 속성들로, 정기선사취항수, 안벽길이, 하역장비보유수, 총면적, 취급물동량을 항만의 경쟁력과 관련한 중요요소로 선정하였다.

<표 3> 항만인프라 관련 항만경쟁력 핵심요소와 대표속성

핵심요소	항만 입지	항만 시설	물동량
대표속성	정기선사 취항수	안벽길이, 총면적 하역장비수	취급물동량

한편, 대상항만의 선정과 관련하여 기존의 관련연구에서는 엄정한 기준이 아닌 단순히 널리 알려져 있거나, 중요성이 대두되는 항만을 대상으로 한 점을 감안하여, 본 연구에서는 항만관련 지표를 제공하는 대표적인 서적으로 널리 통용되고 있는 "Containerisation International Yearbook 2002"에 기초하여 2001년 기준 세계 30대 항만 중 아시아에 위치한 16개 컨테이너 항만(Hongkong, Singapore, Busan, Kaosung, Shanghai, Port Klang, Tokyo, Manila, Tanjung Priok, Yokohama, Kobe, Laem Chaabang, Yantian, Qingdao, Keelung, Nagoya)을 대상항만으로 선정하였다. 덧붙여, 각 해당 항만의 현황과 본 연구의 분석을 위한 주요 지표 및 관련정보도 상기의 가장 신뢰성있는 항만관련 정보와 데이터를 제공하는 것으로 잘 알려져 있는 "Containerisation International Yearbook 2002"를 참조하여 관련 데이터를 추출하였다.

3. FCM(Fuzzy C-Means)법

본 연구에서는 기존연구의 방법론적 문제점을 보완하고 항만의 경쟁력 수준별로 군집화하여 그 경향을 파악하기 위하여 일반군집분석법에 퍼지알고리즘을 도입한 FCM법을 사용한다. FCM법에 관한 특성에 관해 간략히 요약하면 다음과 같다. 어떤 대상 k 가 군집 S_i 에 속하는지 속하지 않는지 만을 나타내는 일반적인 군집분석법에 대해서 Bezdek(1981)이 제안한 FCM 법은 각 항만이 복수개의 항만군집에 서로 다른 정도로 속한다는 퍼지 이론의 특성을 포함시킨 클러스터링 방법이다. 즉, 기존의 군집분석(HCM)법은 집합론적 관점에서 소속도가 0 또는 1의 값을 취하게 되므로, 분명한 경계선을 가지고 항만을 몇 개의 항만군집으로 분류하지만, 경계부분에 있는 항만이 존재하는 경우 이를 하나의 항만군집으로 완전하게 분류하는 것이 불가능하다. 그러나, FCM법은 내부적인 상황도 식별할 수 있도록 소속정도를 $[0, 1]$ 로 확장하여 각 대상항만들과 경계부근의 항만을 한 개 이상의 항만군집에 소속될 수 있게 허용한다. 따라서, FCM법을 통해 일반 군집분석에서 파악할 수 없는 군집내 항만들의 소속경향을 알 수 있어, 복수의 군집에 조금씩 속하여 복합적인 특성을 지닌 항만들과, 그러한 항만들의 향후 변화가능성 등과 같은

다양한 고찰이 가능하다. 즉 명확히 분류하는 것 자체가 목적인 연구에서는 기존의 군집분석법이 효과적이거나, 군집자체뿐만 아니라 그 정도를 고찰할 필요가 있는 연구나, 사회과학적 성향이 있고 변화가능성 및 애매성이 존재하는 문제에서는 FCM법이 보다 효과적으로 이용될 수 있다. 이러한 취지에서 기존연구(금중수외2, 2000)에서는 이러한 FCM법의 장점을 이용하여, 국내항만의 분류를 시도하였다. 그러나, 이 연구의 경우, 국내 항만법상의 분류체계의 문제점에 주목하여, 여러 가지 기준에 의거 국내항만들을 구분하는 것에 주안점을 두고 있어, 본 연구의 주제인 아시아 항만들의 경쟁력을 분석하기 위한 연구의 일환으로서 FCM법을 적용하지 않았다. 또한, 이 연구의 경우, 분류 그 자체에 비중을 두고 있어, 앞서 언급한 FCM법의 여러 가지 장점들을 충분히 살리지 못한 문제점을 가지고 있다.

한편, FCM법의 기본 개념을 수학적으로 정리하면 우선, n 개의 항만의 집합 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 의 퍼지부분집합 S_i 로의 분할은 소속함수 $u_{si} : X \rightarrow [0, 1]$ 로 표현할 수 있다. 여기서 $u_{ik} = u_{s_i}(x_k)$ 는 폐구간 $[0, 1]$ 의 값을 가지며 항만 k 의 항만군집 S_i 에 소속도 u_{ik} 를 이용하면 c 분할의 개념을 퍼지 분할로 확장할 수 있다.

임의의 유한집합 $X_k = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 과 정수 $c(2 \leq c < n)$ 에 대해서, $c \times n$ 행렬 $U = [U_{ik}]$ ($i=1, \dots, c, k=1, \dots, n$)는 다음 조건을 만족하면서 이를 c 분할로 둔다.

- (1) $u_{ik} \in [0, 1] \quad : 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq n$
- (2) $\sum_{i=1}^c u_{ik} = 1 \quad : 1 \leq k \leq n$
- (3) $0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n \quad : 1 \leq i \leq c$

여기서, 항만 k 가 항만군집 S_i 에 완전하게 속하는가 속하지 않는가라고 하는 c 분할에 대하여, 퍼지 c 분할에서는 몇 개의 항만군집에 다른 정도로 소속하게 된다. 조건(2)는 하나의 항만이 각 항만군집에 대한 소속정도의 총합이 1로 정규화되어야 하는 것을 나타내며, 조건(3)은 각 항만마다 항만군집에 대한 정의 소속도가 있으며 존재 이상의 항만군집에는 속할 수 없음을 나타내고 있다.

n 개의 t 차원의 데이터벡터 $X_k = x_{k,p} \quad (k=1, \dots, n)$ ($p=1, \dots, t$)을 c 개의 항만군집으로 분류할 때, 각

군집의 중심벡터 $v_i (i=1, 2, \dots, c)$ 와 데이터 x_k 와의 비유사도(dissimilarity) d_{ik} 는 유클리드 거리(Euclidean distance)로 식(1)을 이용하여 구한다.

$$d_{ik} = d(x_k, v_i) = \|x_k - v_i\| \\ = \sum_{j=1}^p (x_{kj} - u_{ij})^2 \quad (1)$$

FCM 알고리즘은 주어진 입출력 공간상의 데이터 (x_k)에 대하여 식(2)와 같은 목적함수를 최적화 시키는 클러스터 중심 및 소속도 함수 값을 구하는 알고리즘이다.

$$\text{Minimize } J(U, v) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n (u_{ik})^m \|x_k - v_i\|^2 \quad (2)$$

이 때, 식(2)의 목적함수를 최적화 시키기 위한 클러스터 중심 (v_i)과 소속도 함수 값 (u_{ik})은 식(3) 및 식(4)로부터 구할 수 있다.

$$v_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m} \sum_{k=1}^n (u_{ik})^m x_k, \quad 1 \leq i \leq c \quad (3)$$

$$u_{ik} = 1 / \sum_{j=1}^c (d_{ik} / d_{jk})^{2/(m-1)} \quad (4)$$

v_i 는 항만 x_k 의 소속도 함수 값의 m차원 가중평균으로 이것은 높은 소속의 정도를 갖는 항만 x_k 가 낮은 소속의 정도를 갖는 것보다 v_i 에 더 많은 영향을 미친다는 것을 의미한다. m값은 지수가중치이고 수렴된 클러스터의 퍼지한 정도를 나타낸다. 한편, FCM법의 알고리즘은 기본적으로 통상의 C-Means법의 U(소속도 함수값)와 v(클러스터의 중심)를 갱신하기 위한 루틴을 추가한 것으로 FCM 알고리즘을 요약하여 정리하면, 다음 4단계의 과정으로 구성된다(김중수와 2, 2000).

단계 1 : 클러스터의 수 $c (2 \leq c \leq n)$ 와 지수가중치 $m (1 < m < \infty)$ 값을 결정하고, 퍼지 c분할행렬 ($U^{(l)}$)을 초기화한다.

단계 2 : 단계 1에서 구한 $U^{(l)}$ 과 식(3)을 이용하여 새로운 클러스터의 중심 $v_i^{(l+1)} (i=1, 2, \dots, c)$

를 구한다.

단계 3 : $x_k \neq v_i^{(l)}$ 일때 식(4)에 의해 $U^{(l)}$ 를 $U^{(l+1)}$ 로 갱신하고 그 외에는 $U_{ik}^{(l+1)} = \begin{cases} 1 & i=j \\ 0 & i \neq j \end{cases}$ 로 둔다.

단계 4 : 수렴판정치 ϵ 에 대해서 $|U^{(l+1)} - U^{(l)}|_C \leq \epsilon$ 을 만족하면 종료하고 그렇지 않으면 $l = l + 1$ 을 한 후 단계 2로 되돌아가서 반복 수행한다.

한편, 지수가중치 m과 수렴판정치 ϵ 의 경우, 그것을 결정하는 방법과 관련한 규정이 특별히 정해져 있는 것은 아니다. 다만, FCM을 개발한 Pal and Bezdek (1995)에 의하면, 수렴판정치는 상기의 적합한 군집을 획득하기 위해, 0에 가까운 수치를 입력하여 계산의 반복과정을 수행시키는 역할을 하고 있다. 즉, 0부터 1사이의 실수 중, 0에 가까운 값을 설정하면 되나, 너무 작은 값을 설정하면, 수렴조건이 엄격해져 계산량이 많아지게 된다. 따라서, 기존연구에서는 FCM 사용자들의 이용경향과 몇 가지 수치실험을 통해 0.0001 혹은 0.00001 정도면 무난한 계산이 가능한 것으로 설명하고 있다. 또한 지수가중치의 경우, 일반적으로 1이상의 수치이면 이론상 계산이 가능하나, 지수의 값을 크게 설정하면 정밀한 계산은 가능하지만, 계산이 복잡해지는 단점이 있다. 따라서, 기존연구(Pal and Bezdek, 1995)에서는 임의의 수치를 발생시켜, 여러 가지 실험을 실시하여, FCM 사용자가 통상적으로 설정하는 2를 포함하는 [1.5-2.5]사이의 수치가 지수가중치로 가장 적절하다는 점을 제안하였다.

특히, 본 연구에서 적용하는 대상의 경우, 모든 변수 값들이 소수점 이하로 표현된 정밀한 값들이 아니고, 상대적으로 큰 값들로 표현된 수치이므로, 지수가중치를 높게 설정하여 정밀한 비교계산을 수행할 필요는 없을 것으로 사료된다.

III. 항만경쟁수준의 분석

1. 대상항만의 현황

<표 4>(자료: Containerisation International Yearbook 2002, 순위: 2001년도 취급물동량 기준)로 부터 동북아 16개 항만 중 취급 물동량의 부분에서 홍콩, 싱가포르 다음으로 부산항이 세계 3위의 위치에 있는 것을 알 수 있다. 그러나, 취항 선사수를 보면, 상

〈표 4〉 동북아 16개 항만의 현황

항만	물동량(TEU)	안벽길이(m)	정기선취항수(개)	하역 장비수(개)	총면적
Hongkong	18,100,000	5,319	50	285	2,186,700
Singapore	17,040,000	5,265	59	503	3,390,000
Busan	7,540,387	4,547	32	146	2,472,736
Kaosung	7,425,832	5,677	37	86	1,988,000
Shanghai	5,613,000	2,281	18	58	858,000
Port Klang	3,206,753	4,392	27	107	1,246,000
Tokyo	2,899,452	3,764	22	73	933,040
Manila	2,867,836	4,414	41	53	1,790,000
Tanjung Priok	2,476,152	1,410	25	66	635,351
Yokohama	2,317,489	5,100	38	81	1,779,601
Kobe	2,265,992	9,655	33	122	1,536,800
LeamChaabang	2,195,024	2,350	10	17	184,000
Yantian	2,148,000	2,350	26	56	1,180,000
Qingdao	2,120,000	1,189	23	52	786,000
Keelung	1,954,573	3,192	49	25	339,000
Nagoya	1,911,920	3,755	41	24	1,219,200

가톨릭이 59선사로 가장 많고, 다음이 홍콩이며, 부산 항은 9번째이다. 그리고, 국가별로 보면 세계 30위내에 중국과 일본이 4개항만을 보유하고 있어 가장 많다.

2. 일반 군집분석법을 이용한 분류

일반적으로 사용하는 군집분석법을 이용하여 본 연구의 5가지 경쟁력 속성들을 기반으로 아시아 대상 항만을 분류한 표는 다음과 같다. 각 항만은 반복과정 및 적합성 검증을 통해 〈표 5〉와 같이 총 6군집으로 분류하는 것이 타당한 것으로 판명되었다. 부산항의 경우 카오슝항과 같은 군집으로 분류되었으며, 홍콩과 싱가포르를 각기 다른 군집으로 분리된 것을 알 수 있다. 그러나, 이 분석법을 통해서 각 군집의 개괄적인 특징과 분류 그 자체 외에는 어떠한 해석도 할 수 없다. 즉, 각 군집 내 항만의 변화 가능성 및 소속 경향을 파악할 수 없으므로, 이를 위해서는 부가적인 분석이 필요하다.

3. FCM법을 이용한 분류

우선, 퍼지 클러스터링에 의한 최적의 군집 수를 추출하기 위해, 고려해야 할 파라메타인 군집의 수를

〈표 5〉 일반군집분석에 의한 항만분류

케이스a					
유효		결측		전체	
N	%	N	%	N	%
16	64.0	9	36.0	25	100.0
분산분석결과(6군집)					
				F	유의확률
물동량(TEU)	집단-간			17.687	.000
안벽길이(m)	집단-간			10.394	.001
정기선취항수(개)	집단-간			17.012	.000
하역장비수(개)	집단-간			34.067	.000
총면적	집단-간			11.405	.001
1군집	Hongkong				
2군집	Singapor				
3군집	Busan, Kaosung				
4군집	Shanghai				
5군집	Port Klnag, Tokyo, Manila, Yokohama, Kobe, Yantian, Nagoya				
6군집	Tanjung, Leam Chaabang, Qingdao, Keelung				

2~9개로 나누어 분석을 실시하였다. 지수가중치와 수렴 판정치는 통상적으로 이용되는 값으로 지수가중치를 2로, 수렴 판정치는 0.0001로 설정하였다. FCM법의 목적함수는 식(2)의 의미와 같이, 각 변수(데이터

벡터)와 각 중심벡터(군집의 중심값)의 차를 최소화 하는 것이다. 따라서, FCM법은 이러한 목적함수를 만족시키기 위한 계산과정을 반복하여 최소화된 시점의 각 중심벡터와 거기에 속하는 각 변수의 소속정도를 구하는 것으로 수행되어 진다. 또한, 여기서 데이터 벡터는 일반적으로 변수를 의미하는데, 본 연구에서는 물동량, 안벽길이, 정기선 취항수, 하역장비수, 총면적을 속성 값으로 한, 각 항만이 된다.

FCM법의 분석결과, <표 6>과 같이 16개 항만은 6군집으로 분류되었고, 각 군집의 특성은 <표 7>과 같다. FCM법에 의해서 군집화된 항만의 경향을 살펴보면 소속도가 0.7이상으로 하나의 군집에 높은 소속도를 가진 항만은 싱가포르, 부산, 카오슝, 도쿄, 마닐라, Tanjung Priok, 요코하마, 고베, Qingdao, 나고야이고, 소속도가 0.5이하로 하나의 군집에 속한

다고 보기 어려운 항만은 홍콩, 상하이, Port Klang, Keelung, Leam Chaabang, Yantian이다.

결과적으로 아시아 16개 항만 중, 현시점에서 경쟁력을 기반으로 분류가 가능한 항만은 10개항에 불과한 것을 알 수 있다. 즉, 아시아 16개 항만 중 10개 항은 독자적인 위상을 가지고 분류가 가능하나, 나머지 6개항은 명확히 하나의 군집에 소속되기에는 애매한 위치에 있는 것을 알 수 있다. 바꾸어 말하면 앞으로 많은 변화의 가능성을 가진 항만이 6개 정도 존재한다는 것을 의미한다. 예를 들어, 상하이와 같은 경우 항만 자체 처리능력에 비해 물동량이 매우 많고, 향후 대규모 개발계획을 가지고 있어, 위와 같은 분석 결과는 현실을 잘 반영하고 있다고 말할 수 있다.

군집A에 소속도가 높게 나타나는 항만은 부산, 카오슝이고 홍콩도 소속도가 0.206으로 어느 정도 포

<표 6> FCM법에 의한 항만분류 및 각 군집내 항만의 소속도

항만 \ 군집	A	B	C	D	E	F
Hongkong	0.206	0.089	0.102	0.069	0.084	0.451
Singapore	0.010	0.006	0.006	0.004	0.005	0.970
Busan	0.868	0.023	0.048	0.019	0.031	0.011
Kaosung	0.740	0.050	0.117	0.029	0.052	0.012
Shanghai	0.052	0.026	0.071	0.440	0.402	0.009
Port Klang	0.080	0.044	0.192	0.107	0.568	0.008
Tokyo	0.006	0.004	0.013	0.032	0.943	0.001
Manila	0.037	0.014	0.901	0.016	0.029	0.003
Tanjung Priok	0.005	0.003	0.011	0.936	0.044	0.001
Yokohama	0.089	0.046	0.752	0.035	0.071	0.007
Kobe	0.001	0.997	0.001	0.000	0.001	0.000
LeamChaabang	0.054	0.045	0.086	0.500	0.301	0.014
Yantian	0.036	0.018	0.095	0.368	0.478	0.005
Qingdao	0.007	0.004	0.013	0.925	0.050	0.001
Keelung	0.101	0.083	0.320	0.232	0.238	0.025
Nagoya	0.053	0.033	0.698	0.080	0.130	0.007

<표 7> 6군집의 중심

	물동량(TEU)	안벽길이(m)	정기선 취항수(개)	하역장비수(개)	총면적
A	7,691,070	4,999	35	124	2,233,447
B	2,405,532	9,516	33	122	1,531,654
C	2,563,255	4,376	40	55	1,562,567
D	2,578,695	1,627	23	54	693,425
E	3,095,719	3,480	24	72	969,717
F	17,212,268	5,273	57	464	3,173,441

함되어있다. 군집B에 소속도가 높게 나타나는 항만은 고베항으로서, 이는 시설은 월등한 반면, 물동량이 적은 것에 기인한 것으로 사료된다. 군집 C에 소속도가 높게 나타나는 항만은 마닐라, 요코하마, 나고야이고 Keelung의 경우 어느 군집에도 속한다고 보기 어렵지만, 군집C의 특성을 많이 가지고 있다. 군집 D에는 Tanjung Priok, Qingdao의 소속도가 높고, 여기에 어느 정도 소속되어 있는 항만이 Shanghai(0.440), Keelung(0.232), Leam Chaabang(0.5), Yantian(0.368)으로 나타났다. 군집E의 경우, 도쿄항의 소속도가 높으며, Shanghai(0.402), PortKlang(0.568), Yantian(0.478) Keelung(0.238), Leam Chaabang(0.301)이 군집E의 특성을 어느 정도 가지고 있는 것으로 나타났다. 군집F에 소속도가 높게 나타나는 항만은 싱가포르, 홍콩은 소속도가 0.451정도로 군집F에 속한다고 보기 어려우나 군집F의 특성을 많이 가지고 있다.

한편, 본 연구에서 적용한 FCM법에 의한 항만분류와 앞서 분석한 일반군집분석법의 결과를 비교해 보면, 군집의 수는 6개로 동일하나, 군집화된 항만의 분류에는 많은 차이가 있다. 앞에서 언급했듯이 홍콩, 상하이, Keelung항 등은 어느 하나의 군집으로 군집화하기에는 곤란한 경향을 가지고 있음에도 불구하고, 기존 방법론으로는 어느 특정 군집에 소속된 형태로 분류되어 있다. 또한, 도쿄항과 고베항은 그 특징상 차이를 보이고 있음에도 불구하고, 일반군집분석법으로는 마닐라, 나고야, 요코하마 등과 같은 군집으로 분류되어 있다. 게다가, 일반 군집분석법으로는 홍콩과 싱가포르가 다른 군집으로 분류되어 있다는 자체만을 알 수 있지만, 본 연구의 FCM법으로 분류한 결과, 홍콩은 싱가포르가 속한 군집F에 소속경향이 0.451로 향후, 군집F에 속할 가능성을 충분히 가지고 있는 것으로 보인다. 이상의 결과로부터, 일반 군집분석법보다 FCM법으로 분류한 경우가, 보다 현실을 잘 반영하고 있으며, 보다 면밀히 변화의 경향을 파악할 수 있는 것을 알 수 있다.

여기서, 일반군집분석법을 사용한 선행의 연구(정태원·곽규석, 2001; 문성혁·이준구, 1999; Tongzon, 1995; 양창호, 1997)와 간략히 비교해 보면, 우선, 경쟁력 요소와 대상항만이 다르므로, 직접적인 비교는 불가능하나, 대부분 본 연구에서 실시한 일반군집분석법의 분석결과와 유사하다. 그러나, 기존연구의

분석결과와 대부분은 군집의 중심을 해석하는 것과 동일한 군으로 형성된 항만과의 벤치마킹 등에 주로 이용되고 있다. 즉, 기존연구에서는 본 연구의 분석과 같이 군집내 항만의 소속경향이 파악될 수 없고, 군집화하기 곤란한 항만을 찾아낼 수 없으며, 향후 변화의 가능성도 발견할 수 없다. 즉, 기존연구의 해석은 군집화 자체에 비중을 둔 나머지, 향후 발생가능한 다양한 가능성에 대한 고찰이 곤란하여, 아시아 항만의 전체적인 판도와 변화의 움직임을 제시하기 곤란한 단점을 가지고 있다. 이는 기존의 군집분석법의 경우, 하나의 군집에 속하거나 속하지 않는 명료한 두 가지 기준에 입각하여 분석이 이루어지므로, 그 이상의 해석이 불가능해진다. 그러나, FCM법의 경우, 대상항만들은 반드시 하나의 군집에 속할 필요가 없고, 각 군집에 소속정도를 가지고 포함되는 것을 허용한다. 따라서, 이러한 방식으로 대상들의 완전한 군집화는 기대할 수 없으나, 각 그룹에 소속한 대상항만들의 소속정도를 통해, 항만의 소속경향 및 변화가능성 등의 다양한 고찰이 가능해진다.

IV. 아시아 항만의 군집별 특징과 부산항의 위상

1. 아시아항만의 군집별 특징

III장에서 분석한 결과를 토대로 각 군집에 소속도가 높게 나타나는 항만을 추출하여 정리하면 <표 8>과 같다.

<표 8>의 결과와 앞의 <표 7>을 종합적으로 비교해 보면, A군집에 속한 부산항과 카오슝의 경우 물동량, 하역장비, 총면적의 측면에서 2위 혹은 3위의 위치에 있다. 그러나, 1위인 싱가포르와는 상당한 차이를

<표 8> 군집별 소속항만

군집	소속항만
A	부산, 카오슝
B	고베
C	마닐라, 요코하마, 나고야
D	Tanjung Priok, Qingdao
E	동경
F	싱가폴
소속되지 않은 항만	홍콩, 상하이, Port Klang, Leam Chaabang, Yantian, Keelung

보이고 있고, 물동량을 제외하고는, B군집과 큰 차이를 보이고 있지 않다. B군집(고베)의 경우, 선박의 집이안과 관련한 안벽길이는 대상 항만들 중 가장 길다. 아울러 취항선사수, 하역장비, 총면적의 항목에서도 싱가포르를 제외한 다른 항만들에 비해 대략 3번째 정도의 위치를 가지고 있고, 2위와의 격차는 그리 크지 않다.

그러나, B군집의 경우, 취급 물동량면에서 2위인 부산, 카오슝에 비해 상당한 격차를 보이고 있다. C군집(마닐라, 요코하마, 나고야)과 E군집(동경)의 경우, 물동량을 제외한 대부분의 항목에서 A군집(부산, 카오슝), B군집(고베), F군집(싱가폴)에 비해 경쟁력이 낮다. 그러나, 두 군집 모두 물동량 면에서 B군집(고베)보다 많은 편이다.

또한, C군집의 경우, 정기선사 취항수는 기타 다른 군집에 비해 2번째로 많다. D군집(Tanjung Priok, Qingdao)은 물동량의 측면에서 다른 군집들 중 4번째이나, 그 외의 항목은 가장 낮은 것으로 나타나고 있다. 마지막으로, F군집(싱가폴)은 안벽길이를 제외한 모든 항목에서 월등한 경쟁력을 보유하고 있으며, 다른 군집과의 격차도 큰 편이다.

이를 토대로, 각 군집의 대략적인 특징을 간단히 정리하면, 크게 아시아 주요항만은 4가지 양상으로 나타난다. 우선, F군집(싱가폴)이 아시아 주요항만 중에 항만인프라의 측면에서 가장 경쟁력이 있는 항만 군이며, F군집은 아시아내의 Hub항으로 성장할 가능성이 높을 것으로 사료된다. 다음으로, A군집(부산, 카오슝)이 대부분의 항목에서 경쟁력이 높은 항만 군을 형성하고 있는 것으로 파악된다. 그러나, F군집과는 많은 측면에서 현격한 격차를 보이고 있다. 다음으로, 시설적인 측면에서 강세를 보이고 있으나, 물동량의 측면에서 크게 처지는 항만 군으로 B군집(고베)을 들 수 있다. 이는 향후, 항만마케팅 및 운영/관리 정책의 적극적 도입을 통해 높은 경쟁력을 지닌 항만으로 성장할 수 있는 충분한 잠재력을 보유하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 끝으로, 몇몇 두드러진 경쟁력 요소를 포함하고는 있으나, 대부분의 항목에서 위에서 언급한 항만 군에 비해 경쟁력이 떨어지는 것으로 보이는 항만 군은 C군집(마닐라, 요코하마, 나고야), D군집(Tanjung Priok, Qingdao), E군집(동경)으로 파악된다.

한편, 홍콩항의 경우, 어디에도 소속되어 있다고 간

주할 수 없는 상황이나, F군집에 소속도가 가장 높은 점과 각 항목별 현황에 미루어 볼 때, A군집보다 대부분의 측면에서 경쟁력이 뛰어나다. 따라서, 홍콩항은 향후, F군집의 싱가포르와 함께 아시아내 가장 경쟁력이 높은 항만 군을 형성할 가능성이 높다.

2. 부산항의 위상

Ⅲ장에서 분석한 항만의 분류로부터, 군집F의 경우 부산항이 속한 군집A에 비해 모든 측면에서 부산항보다 뛰어나다는 것을 알 수 있다. 다음으로 군집B(고베)는 물동량을 제외한 측면에서 부산항이 속한 군집A와 유사하거나, 나은 측면을 가지고 있어, 향후 여러 가지 변화 요인이 작용하여 물동량이 증가하게 되면, 부산항을 능가할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 그러나, 그 외 군집의 경우, 여러 가지 측면에서 현시점의 부산항이 속한 군집A에 뒤처지는 경향이 있어, 군집A에 견줄만한 군집은 없는 것으로 사료된다.

한편, 어느 군집에도 속하지 않은 항간들 중 상하이항의 경우, 향후 변화가능성을 많이 내포하고 있다. 특히, 본 연구의 데이터는 2001년도 데이터에 기반을 두고 있으므로, 현재 진행중인 상하이항의 대규모 항만개발 계획은 포함되어 있지 않다. 따라서, 향후 동북아 주요항만으로 상하이항이 성장할 가능성을 가지고 있다. 군집A에 속한 부산항은 카오슝과 비슷한 속도로 동일한 군집에 속하며, 대부분의 측면에서 매우 유사한 특징을 지니고 있다. 따라서, 현재의 부산항의 위치를 고수하는 측면에서, 카오슝항에 대한 지속적인 벤치마킹이 필요하다.

이상의 분석결과를 토대로, 부산항은 현재 카오슝항과 더불어 아시아내에서 두 번째로 물동량 및 항만인프라의 측면에서 경쟁력을 갖춘 항만군을 형성하고 있다. 그러나, 아시아의 선두에 서있는 항만은 싱가포르이며, 홍콩항도 싱가포르와 비슷한 수준의 대열에 있는 것으로 파악된다. 다음으로 현재에는 경쟁력 측면에서 부산항과 비슷한 수준으로 볼 수 없으나, 향후 부산항에 버금가는 경쟁력을 가질 가능성이 높은 항만은 고베항이며, 상하이항도 아시아 항만의 판도변화의 주역으로 등장할 가능성이 높은 것으로 사료된다.

3. 부산항의 앞으로의 방향

부산항보다 높은 경쟁력을 보유하고 있는 것으로 나타난 싱가포르 및 홍콩항과의 경쟁력요소들을 토대로, 그 차이를 비교해 보면 <표 9>와 같다.

부산항의 경우 싱가포르의 물동량 면에서 44.3%, 정기선취항수 54.2%, 하역장비수 29.0%, 총면적 72.9%, 안벽길이 85.5%에 불과해, 모든 부분에서 싱가포르에 뒤떨어진 것을 알 수 있다. 홍콩의 경우도, 총 면적을 제외한 모든 항목에서 부산항의 경쟁력이 낮다. 게다가 항만면적의 경우는 부산항이 홍콩보다 우위에 있으나, 홍콩의 경우 단적수를 높이는 방식으로 토지 이용률을 높이고 있으므로, 결코 낙관적인 수치인 것만은 아니다.

한편, 취급 물동량은 항만의 경쟁력에 기인한 결과적인 산물이므로, 기타 나머지 요소들과 다른 성격을 가지고 있다고 볼 수 있으나, 나머지 요소들은 항만의 입지 및 시설과 관련이 깊다. 따라서, 부산항이 이와 같은 항만들과 비슷한 수준의 항만군을 형성하기 위해서는 시설적 확충이 필수적이나, 시설의 확충은 막대한 비용과 시간이 필요하다. 특히, 현재 부산항은 동북아 중심항이 되기 위해 부산 신항만 건설에 거는 기대가 높으나, 싱가포르 및 주변 경쟁항만들도 이에 맞추어 상당한 규모의 개발을 추진하고 있고, 게다가 인접국가인 중국은 대규모 항만확충 공사를 집중적으로 진행하고 있다. 이러한 점을 감안할 때, 부산항은 또 다른 개발계획의 수립이 필요하게되나, 항만의 기반시설 확충은 단시간에 끝나는 성격의 것이 아니므로, 부산항의 경우 향후 부산항의 청사진은 결코 밝다고 볼 수 없다.

따라서, 현재 허브항이 되기 위한 여러 가지 방안 및 전략이 다양한 매체 및 연구보고를 통해 발표되고 있지만, 본 연구의 분석결과를 토대로 보는 한, 현실적으로 매우 어려운 상황에 놓여있는 것으로 사료된다. 즉, 이러한 상황에서 부산항은 앞으로의 방향으로 허브항이 되기위한 측면의 발전적 접근과 현재의 위상을 유지하기 위한 측면의 전략을 동시에 구상하여

야 할 것으로 사료된다. 즉, 장기적인 관점에서 지속적이며 단계적인 발전계획을 수립하여야 하며, 고베항, 카오슝항, 상하이항의 개발계획과 전략에 주목하고 대처해 나가야 한다. 아울러, 마케팅 전략과 항만간 제휴, 저요율 정책 등을 포함한 운영/관리적 측면의 전략수립과 관련한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론 및 추후과제

본 연구는 현재 아시아 항만들이 치열한 경쟁상황에 놓여 있는 점에 주목하여, 아시아 주요항만들의 경쟁력을 분석하고, 이를 통해 부산항의 위상을 파악하고자 하는 연구의 일환으로써, 객관적인 지표에 의거, 항만인프라의 경쟁력수준을 기반으로 아시아 16개 항만들을 체계적으로 분류하였다. 그 결과, 아시아 16개 주요 항만들 중 10개 항만이 독자적인 위상을 가지고 4가지 항만군을 형성하고 있는 것으로 분석되었다. 부산항은 현재 카오슝항과 더불어 아시아내에서 두 번째로 물동량 및 항만인프라의 측면에서 경쟁력을 갖춘 항만군을 형성하고 있었으나, 아시아의 선두에 서있는 항만은 싱가포르이며, 홍콩항도 싱가포르와 비슷한 수준의 대열에 있는 것으로 파악되었다. 또한, 고베 및 상하이 항만은 향후 변화의 가능성이 매우 높아, 향후 아시아 항만전체의 판도변화의 주역으로 발전할 가능성이 높을 것으로 파악되었다.

특히, 본 연구에서는 기존연구의 방법론상의 문제점을 극복하기 위해, 기존의 일반군집분석법에 퍼지 알고리즘을 도입한 FCM법을 사용하였다. 그 결과, 기존연구에서 제공하고 있는 각 군집의 특징에 기초한 분석결과뿐만 아니라, 각 군집내의 항만의 소속 경향, 향후 변화가능성, 성장가능성 등도 파악할 수 있어, 앞으로 다수의 항만들을 분류하고 분석하는 문제에 매우 유용한 방법론으로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

한편, 항만은 하나의 대규모 교통시설이므로, 지리적 입지와 시설적 측면의 효율이 항만의 전체적인 경쟁력에 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 그러한 이유로, 항만의 전반적인 경쟁력을 다루는 거의 모든 연구에서 물동량과 항만 기반시설은 중요한 경쟁력 요소로 다루어지고 있는 것이 사실이다. 그러나, 본 연구에서 고려한 요소들이 중요한 경쟁력 요소임에는 틀림없으나, 항만 인프라의 경쟁력에서 항만의 전반적인 경쟁력으로 확장하여 문제를 다루기 위해서는,

<표 9> 부산항과 홍콩항 및 싱가포르의 비교

	물동량 (TEU)	안벽길이 (m)	정기선 취항수(개)	하역 장비	총면적
싱가포르-부산	9,499,613	718	27	357	917,264
홍콩-부산	10,559,613	772	18	139	-286,036

보다 다양한 요소의 추가가 필요하다. 따라서, 항만 서비스와 같은 정성적 요소와 그 외의 다양한 경쟁요소를 포함한 항만의 평가 및 분류가 추후과제로 남아 있다. 또한, 각 항만의 향후 개발계획과 관련한 자료를 수집하여, 향후 아시아 항만의 분류와 판도변화에 관한 분석도 중요한 연구로 남아있다. 끝으로, 본 연구는 경쟁력 수준에 의거한 아시아 항만의 분류가 목적이었으나, 다수의 항만들의 경쟁력을 종합적으로 분석하기 위해서는 본 연구에서 분석한 분류와 해당 항만들의 평가를 함께 고려할 필요가 있다. 따라서, 이러한 연구도 중요한 추후과제로 남아있다.

참고문헌

1. 금중수·윤명오·양원재(2000), "FCM법에 의한 항만의 분류 및 그 특성 분석에 관한 연구", 한국항만학회지, 제14권 제2호, 한국항만학회, pp.143~154.
2. 김학소(1993), "우리나라 수출입화주의 항만선택 결정요인에 관한 연구", 해운산업연구원.
3. 노홍승·여기태·이철영·최재수(1996), "항만물류서비스의 평가에 관하여", 한국항만학회지, 제10권 제2호, 한국항만학회, pp.17~30.
4. 문성혁·이준구(1999), "주성분분석 및 군집분석을 이용한 컨테이너 항만의 분류", 한국항만학회지, 제13권 제1호, 한국항만학회, pp.61~73.
5. 양창호(1997), "항만시설과 처리물동량을 비교한 유사 항만군 식별에 관한 연구", 교통정책연구, 제4권 제2호, pp.61~73.
6. 여기태(2002), "중국 컨테이너 항만의 경쟁력 평가에 관한 연구", 한국해운학회지, 제34호, 한국해운학회, pp.39~60.
7. 여기태·이철영(1996), "퍼지적분을 도입한 계층구조의 평가알고리즘", 해양안전학회지, 제2권 제1호, 해양안전학회.
8. 이석태·이철영(1993), "극동아시아 컨테이너항만의 능력평가에 관한 연구", 한국항만학회지, 제7권 제1호, 한국항만학회, pp.13~24.
9. 이철영(1998), "항만물류시스템", 효성출판사.
10. 전일수·김학소·김범중(1993), "우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구", 해운산업연구원 정책자료 090.
11. 정태원·곽규석(2001), "동중항만군 분류를 통한 컨테이너항만의 운영효율화 방안에 관한 연구", 대한교통학회지, 제19권 제1호, 대한교통학회, pp.7~16.
12. Allen W. B.(1982), "Port Choice Model", Logistic & Transportation Review.
13. Bezdek J. C.(1981), "Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms", Plenum Press, New York.
14. Containerization International Yearbook (2002), Emp Business Communication Ltd.
15. French R. A.(1979), "Competition among Selected Eastern Canadian Ports for Foreign Cargo", Maritime Policy and Management, Vol.6, No.1, pp.5~14.
16. Murphy P. R., Daley J. M., Dalenberg D. R.(1992), "Port Selection Criteria : An Application of Transportation Research Framework", Logistics & Transportation Review, Vol.28 No.3, pp.237~254.
17. Pal N. R. and Bezdek J. C.(1995), "On Cluster Validity for the Fuzzy c-Means Model", IEEE Transaction on Fuzzy Systems, Vol.3, No.3, pp.370~379.
18. Tongzon and Jose L.(1995), "Systematizing International Benchmarking for Ports", Maritime Policy and Management, Vol.22, No.2, pp.171~177.
19. UNCTAD(1990), "Development and Improvement of Ports : The establishment of transshipment facilities in developing countries", pp.9~11.
20. Willingale M. C.(1981), "The Port Routing Behavior of Short Sea Ship Operator Theory and Practices", Maritime Policy and Management, Vol.8, No.2, pp.109~120.

✉ 주 작 성 자 : 류형근

✉ 논문투고일 : 2003. 1. 16

논문심사일 : 2003. 5. 13 (1차)

2003. 9. 5 (2차)

심사판정일 : 2003. 9. 5

✉ 반론접수기한 : 2004. 2. 28

An Application of FCM(Fuzzy C-Means) for Clustering of Asian Ports Competitiveness Level and Status of Busan Port

RYU, HyungGeun · LEE, HongGirI · YEO, Ki Tae

Due to the changes of shipping and logistic environment, Asian ports today face severe competition. To be a mega-hub port, Asian ports have achieved a big scale development. For these reasons, it has been widely recognized as an important study to analyze and evaluate characteristics of Asian ports, from the standpoint of Korea where Busan Port is located. Although some previous studies have been reported, most of them have been beyond the scope of Asian ports and analyzed the world's major ports: moreover, the studied ports have been about the ports which are well known from the previous research and reports. So, most studies is unlikely to be used as substantial indicators from the perspective of Busan Port. In addition, most of the existing studies have used hierarchical evaluation algorithm for port ranking, such as AHP (analytical hierarchy process) and clustering analysis. However, these two methods have fundamental weaknesses from the algorithm perspective.

The aim of this study is to classify major Asian ports based on competitiveness level. Especially, in order to overcome serious problem of the existing studies, major Asian ports were analyzed by using objective indicators, and Fuzzy C-Means algorithm, which alleviates the weakness of the clustering method. It was found that 10 ports of 16 major Asian ports have their own phases and were classified into 4 port groups. This result implies that some ports have higher potential as ports to lead some zones in Asia. Based on those results, present status and future direction of Busan port were discussed as well.

Analysing the Effect of Parking Information using the Micro Simulation Method

KIM, Eun Kyoung · RHO, Jeong Hyun · KIM, Kang-Soo

The purpose of this study is to analyse the effect of the parking information on the waiting time using the simulation method. Stated Preference survey has been implemented to construct the parking lot choice model. A queue simulation is carried out to investigate the effect of various parking information on the waiting time. The results show that providing parking information is likely to increase the utilization of parking place and to decrease the waiting time of individual vehicle. Furthermore, as the parking demand increases, the detailed and quantitative parking information such as "5 minutes delay" is more effective than qualitative parking information such as "available".

Development of Methodology for the Analysis of Level-of-Service of Non-Controlled Intersections

KIM, Jeong Hyun · KIM, Youngchan

Unsignalized intersections are classified into two-way-stop-controlled(TWSC) and all-way-stop-controlled(AWSC) intersections for the analysis of capacity and level of service. There is no AWSC intersection in Korea, but non-controlled intersections are common. Non-controlled intersections are operated only by the driver's decision without any control. However, the study for the analysis of capacity and level of service of the non-controlled intersection has been rare. As the first stage research, this study aims to determine the measure-of-effectiveness (MOE) for the performance evaluation of non-controlled intersections. The relationships between traffic volume and the intersection passing time (delay) and number of conflicts on each intersection are analyzed. It was found that the number of conflicts were more sensitive to the traffic volume compared with the delay. It means that number of conflicts can be the MOE for the performance of non-controlled intersection. The analysis of the