■ 論 文 ■

동종 항만군 분류를 통한 컨테이너항만의 운영효율화 방안에 관한 연구

A Study on Operation Efficiency of Container Port by Comparison of Similar Ports

정 태 원
(한국해양대학교 물류시스템공학과 박사과정)

곽 규 석
(한국해양대학교 물류시스템공학과 교수)

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 기존문헌연구
　1. 항만의 경쟁요인에 의한 유사항만군 분류
Ⅲ. 다차원 분석에 의한 컨테이너 항만의 분류
　1. 다차원 분석방법과 모형의 적용
　2. 항만분류를 위한 기준선정
　3. 자료분석
Ⅳ. 분석 및 시사점
　1. 차원수에 따른 동종항만의 분류
　2. 동종항만군 분류
　3. 부산 컨테이너항만의 운영 효율성 증대를 위한 시사점
Ⅴ. 결론
참고문헌

Key Words : 다차원 분석(Multidimentional Scaling), 컨테이너항만(Container Ports), 적합도(Goodness of Fit), 중심성(Centrality), 중계성(intermediacy), 컨테이너 처리량(container throughput)

요 약

본 연구는 경쟁상태에 있는 아시아 14개의 컨테이너 터미널을 항만시설 관련자료(시설, 시설가용성), 경제·사회 지표(인구, 1인당GNP), 항만서비스 관련자료(취항선사수), 그리고 컨테이너처리물동량 등에 의해 5개 항만군으로 분류한다. 분석방법으로는 평가자료가 실제 입력자료를 얼마나 잘 재현해 주는가를 나타내는 기준치인 스트레스값을 제시해 줌으로써 분석의 결과에 대한 적합도(Goodness of Fit)를 알 수 있는 다차원척도법을 이용한다. 5개 동종항만군의 분류를 통하여 부산항을 포함하여 아시아 각 항만들의 현 위치를 보다 세부적으로 파악할 수 있었으며, 동종항만으로 분류된 카오슝 항만과의 벤치마킹을 통해 부산항의 운영 효율성 증대를 위한 시사점을 제시하였다. 동종항만군의 분류 결과 카오슝 및 부산항만군은 다른 지표에 비해 항만기반시설이 부족한 것으로 분석되었다. 앞으로 이 항만군은 시설부문에 지속적인 투자가 이루어져야 할 필요가 있는 것으로 나타났다. 특히 부산항은 낮은 생산성의 원인을 밝혀 해결책을 모색하고, 항만기반시설 중 선석수, 안벽길이, 야드공간 등을 확장하는 데 투자 할 필요가 있는 것으로 나타났다.

Ⅰ. 서론

전통적으로 항만은 그 배후지역에 대해 독점적인 지위를 향유했다. 이 경우 항만은 그 배후지역에서 출발하거나 배후지역에 도착하는 화물량에 의해 그 처리수요가 결정되었다. 그러나 1980년대 이후 급속히 진전된 복합운송의 발달과 함께 항만은 그 배후지역뿐만 아니라 점차 주변지역 및 인근국가의 화물도 취급하게 되었다. 그러므로 어느 항만을 통과하거나 그 항만에서 환적되는 화물은 다른 항만을 통해서도 처리될 수 있기 때문에 종래 항만이 누려왔던 독점적인 지위도 점차 사라지고 있다. 따라서 오늘날 항만의 발전과 위상은 그 배후지역의 물동량을 바탕으로 한 항만의 중심성과 그 항만을 통과하거나 환적될 수 있는 다른 지역의 화물을 처리하기 위한 항만의 중계성에 의해서 결정된다고 할 수 있다(Douglas, 1994).

그러므로 세계 여러 나라들의 항만들은 지금도 이러한 여건에 부합될 수 있는 항만이 되기 위하여 항만운영 효율화를 위한 항만설비, 항만운영 및 항만서비스 등에 많은 투자를 아끼지 않고 있다. 즉, 오늘날 항만당국이나 정책결정자들에게 중심항만으로 도약하기 위해 항만운영효율화 문제는 매우 중요한 과제로 떠오르고 있다. 따라서 항만운영효율성 측면에서 컨테이너항만간 비교·분석 연구가 다각적으로 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이러한 항만간 비교·분석은 항만의 처리 물동량 규모, 시설규모 및 항만운영방식 등 여러 측면에서 비슷한 특성을 가진 항만간에 이루어져야 그 의미가 있다고 할 수 있다(Tongzon, 1995).

결국 동종 항만군을 세부적으로 파악하는 중요한 이유는 두 가지로 분류될 수 있다. 첫째는 항만운영의 효율성을 분석하는 데 중요한 기준이 될 수 있다. 항만운영의 효율성을 분석하는 데 있어서 물동량도 미미하고 중계성도 떨어지며 경제적 지표도 낮은 어느 군소항만과 대형허브항만과 비교하는 것은 분명히 잘못된 것이다. 또한 기존의 단순한 분류방법처럼 서로 다른 여러 가지 조건과 특성을 지닌 항만들을 물동량이나 환적물동량 등 한 두 가지 지표에 의존한 주관적인 판단에 의하여 동종항만들을 분류한 후 동종항만간 항만운영의 효율성을 비교·분석하는 것도 많은 문제점을 안고 있다. 그러므로 여러 가지 중요한 지표를 이용하여 세부적으로 분류된 동종항만간의 항만운영의 효율성을 분석해야 그 의미가 있다. 둘째로 항만들의 현 위치를 보다 구체적으로 파악할 수 있으며 그것을 토대로 한 항만군이 다른 항만군에 비해 어떠한 점이 강점이며 약점인가를 분석할 수 있다. 예를 들어 동종 항만군으로 분류된 부산항과 카오슝항이 다른 항만군과 비교하여 약점을 보완하기 위하여 어떠한 부문에 집중적으로 투자해야 하는지를 알 수 있다.

본 연구는 아시아 14개 주요 컨테이너항만을 대상으로 중요한 항만선택요인과 관련된 지표들(시설, 시설가용성)과 경제·사회적 지표(인구, 1인당GNP)와 항만서비스와 관련된 지표(취항선사수)와 컨테이너 물동량을 정량적인 통계기법인 다차원 척도법을 이용하여 분석함으로써 비교 가능한 아시아 지역의 동종 항만들을 제시한다. 동종항만군의 분류를 통하여 부산항을 포함하여 아시아 각 항만들의 현 위치를 보다 세부적으로 파악할 수 있으며, 더 나아가 동종항만으로 분류된 카오슝 항만과의 벤치마킹을 통해 부산항의 운영 효율성 증대를 위한 시사점을 제시한다.

Ⅱ. 기존 문헌 연구

1. 항만의 경쟁요인에 의한 유사항만군 분류

UNCTAD(1990)는 세계 주요 정기선사의 기간항로상 기항여부와 환적물동량의 비율을 기준으로 항만을 분류하였다. 즉, 기간항로상에서 제외된 항만을 피더항으로 그리고 기간항로 기항항만을 환적위주항, 직기항항 그리고 중심항으로 구분하였다. 환적위주항은 배후권역 물동량이 거의 없고, 대부분 환적화물을 처리하는 항만으로 매우 드문 경우에 속하며, 직기항항은 배후지 물동량이 풍부하나 환적물동량이 적은 경우로 기간항로상 기항 항만으로 남으려고 노력하는 항만이다. 이에 비해 중심항은 환적물동량 뿐만 아니라 자체 배후 물동량이 충분한 항만으로 처리물동량 규모에 따라 거대 중심항(Megahubs)과 초거대중심항(Superhubs)으로 구분하였다.

임종관(1995)은 Fleming, Hayuth(1994)의 중심성과 중계성의 항만특성과 UNCTAD의 항만구분방식을 조합하여 항만구분 방식별로 항만의 특성과 사례를 비교하였다. 또한 하동우(1996)는 UNCTAD의 항만구분방식을 이용하여 중심성과 중계성, 그리고 환적비율과 기간항로 기항여부 등의 특성을 감안하여 항만을 지역항만, 지역중심항만, 지역거대항만,

〈표 1〉 컨테이너 항만의 유형별 분류

유 형	중심성	중계성	환적 비율	기간항로 기항	예
지역항만	약함	약함	낮음	제외	중소항만
지역중심항만	약함	강함	높음	포함	Algeciras, Colombo
지역거대항만	강함	약함	낮음	포함	부산, 고베
거대중심항만	강함	강함	높음	포함	홍콩, 싱가포르, 카오슝, 로테르담

자료 : 하동우(1996), "동북아 주요 컨테이너 항만간 경쟁여건 분석", 해운산업연구원, p.68.

거대중심항만으로 나누고 이 구분별 항만군을 제시하였다. 특히 지역거대항만은 환적화물은 적지만 자체 배후지역의 물동량이 많기 때문에 기간항로의 기항지에 포함되는 항만으로 부산항을 들고 있다. 또한 중심성과 중계성이 뛰어나 거의 모든 기간항로 취항선사들의 기항지에 포함되는 거대중심항만으로는 홍콩항과 싱가포르, 카오슝, 로테르담항을 들 수 있다. 이외에도 Tonzon(1995), 양창호(1997), 문성혁·이준구(1997)는 주성분 분석과 군집분석을 이용하여 세계 컨테이너 유사항만 분류를 시도하였다.

그러나 기존의 연구들은 첫째, 세계 컨테이너항만을 대상으로 분석하였으므로 실질적인 경쟁상태에 있는 아시아 항만들간의 동종항만군을 구체적으로 분류해 내지 못했으며, 둘째, 단순히 식별기준이 물동량과 환적비율에 의한 동종항만군 분류나 또는 군집분석과 요인분석과 같이 적합도 검정을 할 수 없는 분석에 의하여 도출된 동종항만군 분류였다. 이러한 점들을 보완하기 위해서 본 연구에서는 보다 세부적으로 시설, 시설가용성, 서비스, 물동량, 경제적 지표 등을 이용해서 아시아 컨테이너 동종항만들을 분류한다. 동종항만 분류 과정에서도 시각적으로 판단하기에 다른 항만군과 특별히 관련 없는 도쿄와 오사카를 제외함으로써 분석의 정확도를 높였다. 분석방법으로는 적합도를 검정할 수 있는 정량적 통계방법인 다차원 척도법을 이용한다.

III. 다차원 분석에 의한 컨테이너 항만의 분류

1. 다차원 분석방법과 모형의 적용

다차원 분석(Multidimentional Scaling:MDS)은 인지도 분석이라고도 하는데 대상들간의 관련된 속성들의 복잡한 관계를 적은 수의 차원(2, 3차원)의 공간에서 단순한 구도로 시각화하여 주는 통계분석기법이다. 다차원분석방법은 요인분석, 군집분석과는 달리 R-Square에 의한 신뢰성·타당성 검증이 가능하며, 자료 축약의 결과가 다차원 공간상에 시각적으로 표현되므로 차원별로 구체적으로 대상에 대해 분석할 수 있는 장점이 있다. 그러나 반대로 이 분석기법은 차원이 높아질수록 더욱 더 세부적인 결과를 도출 할 수 있으나 3차원 이상의 분석에서는 시각적으로 대상물의 결과를 평가하기가 매우 힘들다는 단점이 있다.

다차원 척도방법을 사용할 때 가장 중요한 것 중 하나가 올바른 다차원척도방법과 모형을 선택하는 것이다. 차원과 양태에 맞는 적절한 방법과 모형을 사용해야만 정확한 결과를 도출할 수 있다.

다차원척도방법의 종류로는 전통적 다차원척도법(Classical MDS), 반복 다차원척도법(Replicated MDS), 가중 다차원척도법(Weighted MDS) 등이 있으며 본 연구에서는 2차원(목적물:항만, 속성:유사항만식별요인), 2양태(목적물과 속성은 서로 다른 양태) 1행렬로 분류되므로 전통적 다차원척도법 중 고전적 표출분석법(Classical Multidimentional Unfolding CMDU)을 이용한다.

다차원척도모형은 자료의 측정수준(서열, 등간척도 등)과 거리계산방식, 그리고 근접성행렬의 형태(예 : 2차원2양태, 3차원2양태 등)에 따라 결정 될 수 있다. 본 연구에서는 가장 일반적인 민코브스키 거리공식을 사용하였으며 그 중 원점을 중심으로 공간상의 축들을 회전하여 해석할 수 있는 유클리드 거리모형을 이용하여 분석한다.

2. 항만분류을 위한 기준선정

본 연구에서는 경쟁상태에 있는 아시아의 14개 컨테이너 항만들을 세부적으로 분류하기 위하여 기존연구 〈표 2〉를 통해서 얻은 항만 선택요인 중 중요한 일부 요인들을 이용하여 분석한다.

첫째, 항만선택요인 중 가장 중요한 요인 중 하나인 항만시설에 관련된 자료 5가지(선석수, G/C수, 안벽길이, 야드넓이, 수심)를 분석에 이용한다. 둘째, Willingale(1982)이 언급한 중요한 항만선택요인 중 항만시설 가용성에 관련된 자료 3가지(TEU/선석

〈표 2〉 항만선택 결정요인에 관한 기존연구

구분	Willingale (1982)	Slack(1995)	Fleming &Hayuth (1989,1994)	Murphy (1987, 1992)	UNCTAD (1990, 1992)	McCalla (1994)	Starr (1994)
항만 선택 요인	-항해거리 -지역내시장 위치 -배후지 -근접성 -항만접근성 -항만시설 -항만시설 가용성 -항만운영 -기존항로패턴 -항만요율 -항만규모	-선박기항빈도 -내륙수송운임 -항만근접도 -체선정도 -연계수송 -항만시설 -항민비용 -항만규모	-지리적위치 (중계성, 중심성)	-항만시설 -손상손해의 빈도 -적기인도처리 -대형선입항 가능성 -선적에대한 정보 제공 -하역능력 -클레임처리시의 지원	-지리적 위치 -배후연계수송 -항만서비스 -항만서비스 가격 -항만의안정성 -정보통신	-항만시설 -내륙운송망 -해운회사기항지 선택 -컨테이너수송루트의 변화	-지리적 위치 -내륙철도운송 -항만시설투자 -항만의 노동생산성

당,TEU/GC당, TEU/안벽길이)를 분석에 이용하고, 셋째, 그 나라의 경제적·사회적 지표를 나타내는 인구와 1인당 GNP를 분석에 이용한다. 넷째, 항만서비스에 관련된 자료 중 양적으로 나타낼 수 있는 각 컨테이너항만들의 취항선사수(direct-call liner service)를 분석에 이용하고, 마지막으로 컨테이너 처리 물동량을 이용하여 아시아 컨테이너 항만을 분류한다.

3. 자료분석

본 연구에서는 Containerisation International Yearbook 1999, 각 항만의 Web Site, 각 항만의 E-mail 설문조사 등을 통해서 아시아지역 14개의 주요 컨테이너 항만들의 컨테이너 처리물동량, 시설(선석, GC수, 안벽길이, 야드넓이, 수심), 시설가용성(teu/선석, teu/안벽, teu/GC) 그리고 항만서비스(취항선사수)에 대한 자료를 얻었다. 그리고 세계은행의 홈페이지를 통해서 경제적·사회적 지표인 2가지 요소(인구, 1인당 GNP)에 관한2000년의 자료를 수집하였다. 수집된 총12개의 자료들이 아시아 컨테이너 항만들을 분류하기 위하여 이용된다(〈표 3〉).

관련자료를 이용한 다차원척도법분석을 위해서 정량적인 통계패키지인 SPSS(8.0)통계프로그램을 이용하여 분석한다. 본 연구에서는 근접성 자료를 이용

〈표 3〉 분석자료

항만	총물동량 (TEU)	선석수 (컨)	G/C 수	안벽길이 (m)	야드넓이 (m)	수심 (m)	teu /선석	teu /GC	teu /안벽 길이	취항 선사수	인구 (백만)	1인당 GNP
고베	1,944,147	42	48	11,835	1,249,976	1	46289.2	40503.1	164.3	31	126	38191
나고야	1,498,137	13	23	3,370	1,035,000	12.7	115241.3	65136.4	444.6	44	126	38191
도쿄	2,322,000	13	26	3,959	1,113,000	13	178615.4	89307.7	586.5	23	126	38191
방콕	1,100,000	7	12	1,542	480,000	11	157142.9	91666.7	713.4	33	61	2718
부산	5,233,880	11	28	3,147	1,845,358	12.5	475807.3	186924.3	1663.1	36	46	10548
상해	2,520,000	8	16	2,281	858,000	10.8	315000.0	157500.0	1104.8	18	1227	860
싱가폴	14,135,300	40	114	10,998	2,979,211	13.4	353382.5	123993.9	1285.3	66	3	33933
오사카	1,204,262	14	29	4,415	1,125,967	13.5	86018.7	41526.3	272.8	45	126	38191
오클랜드	499,300	3	6	1,220	389,300	12	166433.3	83216.7	409.3	29	4	14875
요코하마	2,347,635	20	40	5,340	1,587,283	12.9	117381.8	58690.9	439.6	44	126	38191
인천	402,996	5	7	1,160	370,000	13	80599.2	57570.9	347.4	19	46	10548
카오슝	5,693,339	18	27	5,182	2,074,000	12.6	316296.6	210864.4	1098.7	40	21	12345
클랑	1,684,508	13	28	3,379	1,190,000	14	129577.5	60161.0	498.5	52	22	4464
홍콩	14,567,231	18	63	5,758	2,187,714	13.6	809290.6	231225.9	2529.9	43	7	23400

〈표 4〉 차원별 적합값

차원	S_1 (Kruscal)
1	0.064
2	0.039
3	0.024

하여 가장 적절한 차원수를 결정하기 위하여 두 가지 방법을 이용한다. 첫째, 다차원 축척 지도상에 나타난 거리가 유사성 행렬 상에 항만간의 거리를 얼마나 잘 반영하고 있는지를 알아보기 위하여 각각의 차원에서 적합척도로서 사용되는 스트레스 값을 조사한다. 그 결과 재현공간의 차원이 1차원일 때 0.064에서 2차원으로 변함에 따라 0.039로 감소하였으며 3차원에서는 0.024로 감소하였다(〈표 4〉). Kruscal과 Wish (1978)가 스트레스 값을 제대로 해석하기 위해서는 목적물의 개수가 적어도 차원수의 4배 이상이 되어야 함을 주장한 것에 근거하여, 본 연구에서 분석된 전체 항만들의 수는 14개이므로 4차원 이상의 분석은 수행하지 않았다. 1차원에서 2차원으로 변할 때의 감소 폭보다 2차원에서 3차원으로 변할때의 감소 폭이 적은 것으로 볼 때 2차원의 분석이 적절한 것으로 판단되나 뚜렷한 팔꿈치 현상을 3가지 차원의 분석으로는 정확하게 파악할 수 없었다. 둘째, 차원의 수를 결정하는 다른 방법으로 스트레스 값을 이용하여 차원의 수를 결정할 수 없는 경우에는 해석가능성이 차원의 수를 결정하는데 중요한 역할을 하게 된다(장익진, 1998). 예를 들면 2차원 분석에서는 차원의 의미를 찾아낼 수 없어도 3차원 분석에서는 차원의 의미들을 명확하게 해석해낼 수 있는 경우에 2차원 분석보다는 3차원 분석이 적절하다고 판단할 수 있다. 본 연구에서는 2차원과 3차원의 공간에서 해석이 가능하였으므로 결과적으로 2차원 분석을 중심으로 3차원 분석을 비교하여 제시한다.

1) 2차원 분석 : 근접성 자료와 검증

본 연구는 14개의 아시아 항만들(목적물)을 특정한 요소들(12개의 항만선택요인)에 따라 평가한 것으로서 스트레스값을 이용한 차원의 수를 2차원으로 분석했을 때의 행, 열의 수는 14개이며, 이것은 14개의 아시아 주요항만들이 분석되었음을 나타낸다. 데이터 행렬은 1개이며 모형은 14×12 대칭행렬이다. 사용된 모형은 유클리드 모형이며 차원의 수는 1차원 열

〈표 5〉 DATA와 모델 선택

행, 열의 수	14	MODEL	유클리드
행렬의수	1	차원의수	2
데이터 행렬 모형	대칭형	양태의수	2

〈표 6〉 알고리즘 선택과 신뢰성과 타당성 검증

최대반복수	30	스트레스값	0.039
수렴기준	0.00100	R-Square	0.999
최소스트레스값	0.00500	반복수	14

이 속성, 2차원 행이 목적물이 되며 양태 수는 차원들이 각각 목적물과 속성이라는 서로 다른 두 개의 양태를 가짐으로써 2양태 행렬이 된다.

이 데이터의 최대 반복수는 30회로 설정하였으며 최소스트레스 값이 0.005로 떨어지면 반복이 멈추도록 설정되었다. 14회 반복으로 얻어진 최종 스트레스 값은 0.039로 계산되었으며 적합도를 나타내는 R-Square의 값은 0.999로 매우 적합도가 높게 분석되었다.

2) 3차원 분석 : 근접성자료와 검증

3차원분석시의 행, 열의 수는 14개이며 이것은 2차원 분석시와 마찬가지로 14개의 아시아 주요항만들이 분석되었음을 나타낸다. 데이터 행렬은 1개이며 모형은 14×12 대칭행렬이다. 사용된 모형은 유클리드 모형이며 차원의 수는 1차원 열이 속성, 2차원 행이 목적물이 되며 양태 수는 차원들이 각각 목적물과 속성이라는 서로 다른 두 개의 양태를 가짐으로써 2양태 행렬이 된다.

이 데이터의 최대 반복수는 30회로 설정하였으며 최소스트레스 값이 0.005로 떨어지면 반복을 멈추도록 설정되었다. 15회 반복으로 얻어진 최종 스트레스 값은 0.024로 계산되었으며 적합도를 나타내는 R-Square의 값은 1.000이었다. 적합도가 1이라는 것은 관찰대상들의 실제거리와 프로그램에 의해서 추정

〈표 7〉 DATA와 MODEL 선택

행, 열의 수	14	MODEL	유클리드
행렬의수	1	차원의수	2
데이터 행렬 모형	대칭형	양태의수	2

〈표 8〉 알고리즘 선택과 신뢰성 타당성 검증

최대반복수	30	스트레스값	0.024
수렴기준	0.00100	R-Square	1.000
최소스트레스값	0.00500	반복수	15

된 거리가 거의 일치함을 보여주는 것으로 스트레스값이 0.025 이하일 때 적합도의 값은 1을 보여준다. 2차원보다는 3차원에서 높은 적합도를 나타내는 것으로 볼 때 차원의 수가 높아질수록 적합도의 값은 높아지나 시각적으로 해석하기에는 더욱 더 어려워진다는 단점이 있다.

Ⅳ. 분석 및 시사점

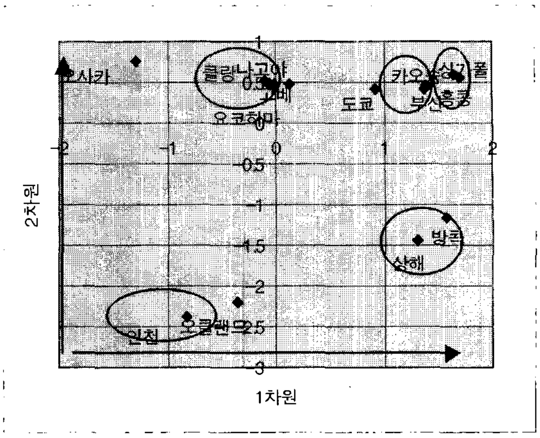
1. 차원수에 따른 동종항만의 분류

1) 2차원 분석 : 결과해석

〈그림 1〉은 유클리디안 거리모형으로 계산된 아시아 14개 항만들의 위치를 2차원 공간상에 표시한 것이다. 이 때 1차원의 방향으로 화살표를 그었을 때 홍콩과 싱가폴은 항만의 생산성의 정도를 일부 반영할 수 있는 지표인 시설가용성 수준이 매우 높은 항만임을 알 수 있다. 부산과 카오슝, 상해와 방콕도 시설가용성 수준이 높은 편으로 분석되었다.

〈표 9〉 2차원에서 도출된 컨테이너 항만들의 위치

목적물수	목적물이름	STIMULUS COORDINATED	
		1차원	2차원
1	고베	.1296	.4827
2	나고야	-.0617	.4921
3	도쿄	.9214	.4335
4	방콕	1.3056	-1.4431
5	부산	1.3934	.4570
6	상해	1.5792	-1.1568
7	싱가폴	1.6474	.5970
8	오사카	-1.2919	.7643
9	오클랜드	-.3490	-2.2024
10	요코하마	-.0228	.4797
11	인천	-.8192	-2.3653
12	카오슝	1.3681	.4345
13	클랑	-.1047	.5333
14	홍콩	1.6965	.5612



〈그림 1〉 2차원 분석시의 항만들의 공간상의 위치

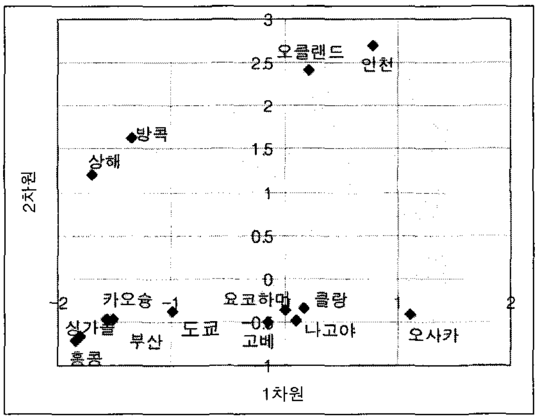
그러나 고베, 요코하마, 클랑, 나고야 항만들은 처리물동량에 비해 시설가용성 수준이 낮은 것으로 분석되었다. 특히 오사카는 인천과 비슷한 수준으로 가장 낮은 시설가용성 수준을 보였다. 일본의 컨테이너 항만들이 시설 가용성 수준이 낮은 이유는 대부분의 컨테이너 항만들이 오래 전에 건설된 것으로 물동량 처리효율이 저하되었기 때문을 판단된다. 또한 일요일에는 작업을 하지 않고 있으며 하루에 16-17시간 작업에 그치는 항만이 많은 것도 단위선석당 처리물량이 떨어지는 주요 요인으로 생각된다(ESCAP, 1994). 2차원 방향으로 화살표를 그었을 때 충분한 시설능력과 많은 컨테이너 물동량을 처리하고 있는 항만들과 그렇지 못한 항만으로 분류할 수 있다. 싱가폴, 홍콩, 부산, 카오슝과 클랑을 포함한 일본 항만들은 비교적 많은 컨테이너 물동량을 처리하고 있으며, 시설면에서도 평균 이상의 시설능력을 보유하고 있으나 상해와 방콕, 인천과 오클랜드는 처리 물동량이 매우 적으며 시설능력도 충분치 못한 것으로 분석되었다. 전체적으로 볼 때 크게 5개 유사항만으로 분류할 경우 〈홍콩과 싱가폴〉, 〈부산과 카오슝〉, 〈나고야, 요코하마, 고베와 클랑〉, 〈상해와 방콕〉 그리고 〈인천과 오클랜드〉로 분류될 수 있다.

2) 3차원 분석 : 결과해석

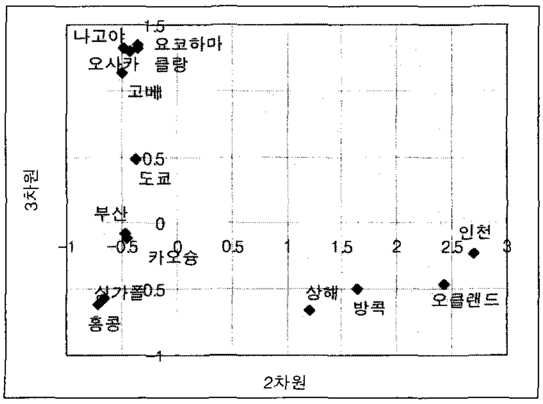
〈그림 2〉, 〈그림 3〉, 〈그림 4〉의 결과를 종합해보면 2차원 분석시와 거의 동일한 결과를 얻을 수 있다. 특히 주목할 점은 싱가폴, 홍콩 항만군, 카오슝, 부산 항만군이 다른 항만군에 비해서 굉장히 밀접한 관련성을 띄고 있다. 이것은 다른 항만군보다 카오슝,

〈표 10〉 3차원에서 도출된 컨테이너 항만들의 위치

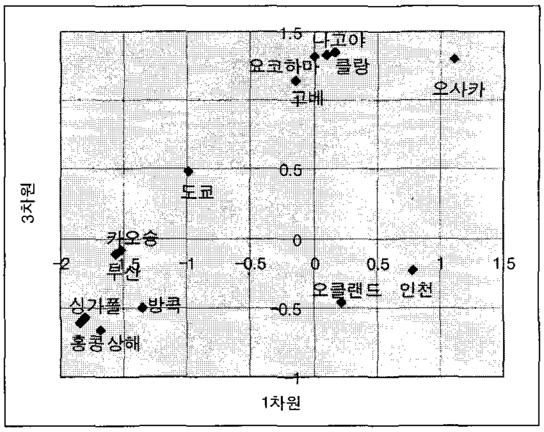
목적물수	목적물이름	STIMULUS COORDINATED		
		1차원	2차원	3차원
1	고베	-.1514	-.4982	1.1399
2	나고야	.1037	-.4901	1.3316
3	도쿄	-.9942	-.3666	.4780
4	방콕	-1.3488	1.6438	-.4976
5	부산	-1.5701	-.4594	-.1073
6	상해	-1.6884	1.2073	-.6573
7	싱가폴	-1.8009	-.6596	-.5746
8	오사카	1.1149	-.4225	1.3045
9	오클랜드	.2211	2.4196	-.4650
10	요코하마	.0096	-.3561	1.3200
11	인천	.7763	2.6992	-.2263
12	카오슝	-1.5183	-.4744	-.0777
13	클랑	.1694	-.3461	1.3481
14	홍콩	-1.8452	-.7161	-.6072



〈그림 2〉 3차원 분석시 1,2차원을 기준으로 할 때의 항만의 공간상의 위치



〈그림 3〉 3차원 분석시 2,3차원을 기준으로 할 때의 항만의 공간상의 위치



〈그림 4〉 3차원 분석시 1,3차원을 기준으로 할 때의 항만의 공간상의 위치

부산항만군과 싱가폴, 홍콩항만군이 물동량, 시설, 서비스, 경제적 지표면에서 높은 유사성을 나타내고 있다는 것을 보여준다.

2. 동종 항만군 분류

2차원 분석과 3차원 분석에 의해서 도출된 동종 항만군을 물동량, 시설, 시설가용성, 경제적지표 수준으로 나누어 요약·정리하면 〈표 11〉과 같다

홍콩과 싱가폴 항만군은 물동량, 시설, 시설가용성, 경제적지표가 모두 매우 높은 수준을 나타냈다. 이 항만군은 적절한 시설능력을 보유하고 있으며, 충분한 물동량을 처리하고 있는 항만으로 가장 효율성 있게 항만을 운영하고 있음을 나타낸다. 부산, 카오슝 항만군은 다른 지표에 비하여 시설수준이 낮게 평가되었으므로 항만기반시설을 증대할 필요가 있음을 의미한다. 클랑, 요코하마, 고베, 나고야 항만군은 다른 지표에 비하여 시설 가용성 수준이 매우 낮게 분석되었다. 이것은 항만기반시설에 비하여 처리물동량이

〈표 11〉 아시아 컨테이너 항만의 분류

분류 / 항만	물동량	시설수준	시설 가용성수준	경제적지표
홍콩, 싱가폴	아주많음	아주높음	아주높음	아주높음
부산, 카오슝	많음	보통	높음	보통
클랑, 요코하마, 고베, 나고야	보통	높음	낮음	아주높음
상해, 방콕	적음	낮음	보통	낮음
인천, 오클랜드	아주적음	아주낮음	낮음	보통

부족하거나 항만기반시설의 가용성이 떨어지는 문제점이 있는 항만군을 의미한다. 이 항만군은 정확한 원인을 파악하여 항만정책을 시설가용성 수준을 높이는데 중점을 두고 설정하여야 한다. 상해, 방콕 항만군과 인천 오클랜드 항만군은 물동량, 시설, 시설가용성, 경제적 지표 수준이 전체적으로 낮은 항만군으로 평가되었다. 이러한 항만군은 거시적인 계획을 세워 항만기반시설과 물동량, 지역해운환경, 지경학적 특성 등을 잘 고려하면서 계획성 있는 투자로 일관할 필요가 있다.

3. 부산 컨테이너항만의 운영 효율성 증대를 위한 시사점

다차원척도법을 이용한 동종항만의 분류를 통하여 부산항과 카오슝항의 관련성이 매우 높다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 이들 두 항만을 비교함으로써 보다 현실적인 정책 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

〈표 12〉로부터 알 수 있는 것처럼 부산항의 99년도 컨테이너 처리 물동량은 6,439,589TEU로 전년대비 9.3% 증가하였으며, 카오슝항은 6,958,361TEU로 전년대비 11.4%의 높은 증가율을 보였다.

선박이 부두에 접안하여 출항할 때까지의 단위 시간당 처리 개수를 나타내는 GBP(Gross Berth Productivity)는 부산항의 주요터미널이 카오슝의 주요 터미널 보다 낮게 나타났다. 이러한 낮은 생산성에 대한 원인으로는 G/C의 과도한 사용으로 인한 고장율이 높거나 또는 숙련된 노동자의 적절한 공급이 이루어지지 않는 경우로 해석할 수 있다.

항만기본계획 재정비(1999)와 한국컨테이너부두공단(2000)에서 제시한 적정하역능력(TEU)을 이용하여 컨테이너선석당 적정 처리량과 G/C당 적정처리량을 산정하면 〈표 13〉과 같이 각각230,055(TEU/선석), 237,055(TEU/선석)와 94,318(TEU/G/C), 96,977 (TEU/G/C)로 나타났다.

1999년도 부산항과 카오슝항의 선석당 처리량을 비교해보면 부산항은 357,754(TEU/선석)이고 카오슝항은 267,629(TEU선석)이다. 특히 부산항의 선석당 처리량이

〈표 13〉에서 제시한 선석당 적정 처리량에 비해 매우 많음을 알 수 있다. 이것은 부산항의 선석수가 부족함을 시사해 준다. 또한 1999년도 부산항과 카오슝항의 G/C당 처리량을 비교해보면 부산항은 146,354(TEU/G/C)이고 카오슝항은 115,972(TEU/G/C)이다. 이것은 부산항의 적정처리량인 약 96,000 TEU와 비교하면 G/C역시 부족한 것으로 평가할 수 있다.

또한, 한국컨테이너부두공단(2000)에서 1999년도 기준 부산항의 컨네이너 장치장이 약 162,000㎡ 부족한 것으로 분석한 것에서도 알 수 있듯이 부산항의 야드공간을 시급히 확충할 필요가 있다.

〈표 12〉 부산항과 카오슝항의 비교

	컨테이너[1] 처리 물동량 (TEU)	생산성[2] (단위: Movements/시간)		시설[3]					항만[4] 사용료 (천원)	시설가용성 (99년도)[5]	
				선* 석수 (건)	* G/C	안벽 길이 (m)	야드 넓이 (㎡)	수심 (평균) (m)		TEU/선석	TEU/G/C
부산	**6,439,589** (5,891,168) 전년대비 9.3%↑	BCTOC (HBCT)	PECT	**18**	**44**	3147	1,845,358	12.5	103,201	**357,754** (6,439,589/ 18)	**146,354** (6,439,589/ 44)
		34.2	38.3								
카오슝	**6,958,361** (6,271,053) 전년대비 11.4%↑	CMT	SLS	**26**	**60**	5182	2,074,000	12.6	165,740	**267,629** (6,958,361/ 26)	**115,972** (6,958,361/ 60)
		42.7	47.7								

참고 : 1) 한국 컨테이너 부두공단(1999). ( )안은 98년도 수치임.
2) 이철영(1998)외 5명, "동북아 중심항만 구축을 위한 컨테이너 터미널의 개발 및 운영전략", 한국항만학회, 제12권 제2호, p.172. (이 수치는 GBP(Gross Berth Productivity)에 의한 주요 항로별 실적의 평균치임)
3) Containerisation International Yearbook(1999). 1999년도CIY 자료에서 얻은 안벽길이, 야드넓이, 수심은 1997년도 수치이며 *가 있는 선석수와 G/C수는 각 항만 Website, 각 항만에 대한 E-mail을 통해 얻은 1999년도 수치임.
4) KMI(1999). "부산 신항만 적정 사용료 산정 연구", p.202. (항만사용료는 시설사용료와 관련서비스료와 하역료를 모두 합한 금액임)
5) 1999년도 부산, 카오슝 항만의 컨테이너선석당 처리량과 G/C당 처리량 수치임.

〈표 13〉 부산항의 적정시설능력 산정

	항만기본계획 재정비[1]	한국컨테이너 부두공단[2]
적정하역능력 산정(TEU)	4,150,000	4,267,000
선석당 적정 처리량 (TEU/선석)	230,055 (4,150,000/18)	237,055 (4,267,000/18)
G/C당 적정 처리량 (TEU/G/C)	94,318 (4,150,000/44)	96,977 (4,267,000/44)

참고 : 1) 해양수산부, "항만기본계획 재정비", 1999. 12, Ⅳ-188.
2) 한국컨테이너부두공단, "부산항 ODCY 이전에 따른 컨테이너화물 유통체제 정비 및 개선방안에 관한 연구", 2000. 8, pp.157~159.

선주나 화주들에게 항만선택 시 상당히 중요한 요인으로 간주되고 있는 항만사용료의 경우 부산항이 카오슝항보다 저렴함을 알 수 있다. 그러나 부산항의 경우 컨테이너세를 별도로 징수하고 있고 항만 내 보관능력의 부족으로 대부분의 화물이 ODCY를 거쳐 처리되기 때문에 이로 인한 추가 비용이 발생하고 있는 점을 감안한다면 실질적인 항만사용료의 수준은 카오슝항과 비슷하다고 할 수 있다.

이상을 종합해 볼 때 동종항만으로 분류된 카오슝항과의 지속적인 벤치마킹를 통하여 항만시설이나 항만생산성 등에 차이가 있을 때 그 원인을 밝히고 해결책을 찾는 것이 부산항의 운영 효율성을 증대시킬 수 있는 한 방안이 될 수 있을 것이다.

Ⅴ. 결론

본 연구는 경쟁상태에 있는 아시아 14개의 컨테이너 터미널을 항만시설 관련자료(시설, 시설가용성), 경제·사회 지표 관련자료(인구, 1인당GNP), 항만서비스 관련자료(취항선사수), 그리고 컨테이너처리물동량에 의해 5개 항만군으로 분류하였다. 분석방법으로는 평가자료가 실제 입력자료를 얼마나 잘 재현해 주는가를 나타내는 기준치인 스트레스값을 제시해 줌으로써 분석의 결과에 대한 적합도(Goodness of Fit)를 알 수 있는 다차원척도법을 이용하였다. 5개 동종항만군의 분류를 통하여 부산항을 포함하여 아시아 각 항만들의 현 위치를 보다 세부적으로 파악하였으며 더 나아가 동종항만으로 분류된 카오슝 항만과의 벤치마킹을 통해 부산항의 운영효율성 증대를 위한 시사점을 제시하였다.

주요시사점으로서는 첫째, 동종항만군의 분류 결과 카오슝, 부산항만군은 다른 지표에 비해 항만기반시설이 부족한 것으로 분석되었다. 앞으로 이 항만군은 시설부문에 지속적인 투자가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 부산항의 운영 효율성 증대를 위해서는 먼저, 낮은 생산성의 원인이 될 수 있는 G/C의 노후화로 인한 높은 고장율 또는 숙련되지 못한 노동자의 공급 등의 문제점들을 정확히 진단하여 해결함으로써 생산성을 제고할 필요가 있다. 그리고, 선석수, 안벽길이, 야드공간 등의 시설을 시급히 확충할 필요가 있다.

참고문헌

1. 강병구·김계수(1998), "사회과학 통계분석", pp.329~356.
2. 문성혁·이준구(1999), "주성분분석 및 군집분석을 이용한 컨테이너 항만의 분류", 한국항만학회, 제13권 제1호, pp.61~73.
3. 양창호(1997), "항만시설과 처리물동량을 비교한 유사 항 만군 식별에 관한 연구", 교통정책연구, 제4권 제2호, pp.61~73.
4. 장익진(1998), "다차원 척도 분석법", pp.85~89.
5. 정충영·최이규(1996), "SPSSWIN을 이용한 통계분석", pp.430~451.
6. 하동우(1996), "동북아 주요 컨테이너 항만간 경쟁여건 분석", 해운산업연구원, p.68.
7. 한국컨테이너부두공단, "부산항 ODCY 이전에 따른 컨테이너화물 유통체제 정비 및 개선방안에 관한 연구", 2000. 8, pp.157~159.
8. 해양수산부, "항만기본계획 재정비", 1999. 12, Ⅳ - 188.
9. Douglas K. Fleming and Yehuda Hayuth (1994) "Spatial characteristics of transportation hubs : centrality and intermediacy", Journal of Transport Geography, Vol. 2, No.1, p.4.
10. Douglas K. Fleming and Yehuda Hayuth, (1994), "Concepts of strategic commercial location : the case of container piers",

Maritime Policy and Management, Vol. 21, No. 3, pp.187~193.

11. ESCAP and Korean Maritime Institute, Prospects for Container Shipping and Port Development(1994) (East Asia Subregion), p.61.
12. Kruscal, L.B. and Wish, M. (1978), Multidimensional Scaling. Beverly Hills, CA:Sage
13. Tongzon(1995), Jose L."Systematizing international benchmarking for ports", Maritime Policy and Management, Vol. 22, No. 2, pp.171~177.
14. UNCTAD, Development and Improvement of Ports : The establishment of transshipment facilities in developing countries, 1990, pp.9~11.

♧ 주 작 성 자 : 정태원
♧ 논문투고일 : 2000. 9. 26
논문심사일 : 2000. 10. 30 (1차)
2001. 1. 5 (2차)
2001. 1. 19 (3차)
2001. 1. 19 (4차)
심사판정일 : 2001. 1. 19