

## 항만의 분류 및 그 특성 분석에 관한 연구(I)

윤명오\* · 금종수\* · 양원재\*\*

A Study on the Classification of Ports and It's Characteristics

M. O. Youn\* · J. S. Keum\* · W. J. Yang\*\*

〈목	차〉
Abstract	3. 항만의 분류 및 그 특성 분석
1. 서론	4. 요약 및 결론
2. HCM법에 의한 클러스터링	참고문헌

### Abstract

Grouping ports in certain region by their characteristics could be used as the principal informations to establish national policy for port development or investment and also to analyze the competitiveness among ports.

Currently Korean ports are divided into two groups such as the local port and the designated port containing foreign trade port and coastal port under the Korean Port Act. This classification seems to be used for port administration as the matter of convenience but some qualitative grouping is needed for research of port-related matters.

The aim of this paper is to cluster 28 foreign trade ports as per the similar characteristics by Hard C-Means and to analyze the results of this clustering.

### 1. 서론

오늘날 항만을 둘러싼 경제·사회환경은 급변하고 있으며 이러한 변화의 흐름 중에서 중요한 것으로는 역내 항만간의 경쟁심화, 해상수송형태

의 변화, 해운항만기술의 발전, 항만기능의 다양화, 항만개발 및 운영에 대한 인식변화 등을 들 수 있다. 이러한 환경변화에 따라 우리나라의 항만들도 급변하는 해운항만환경에 적응하면서 경쟁력을 제고하기 위하여 항만의 개발, 운영 및 관

\* 정희원, 목포해양대학교 교수

\*\* 정희원, 한국해양대학교 대학원 박사과정

리 측면에서 효율성을 극대화하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

항만의 개발 또는 발전가능성 및 방향을 정확히 파악하기 위해서는 먼저 대상 항만의 성격을 명확히 파악할 필요가 있다. 그러나 우리 나라 지역거점항의 경우 거의 모든 항만이 그 지역 및 항만의 특성을 무시하고 국제거점항 수준의 항만개발을 요구하고 있는 실정이나 각 항만의 특성, 지역산업 및 생활의 특성 등을 고려하여 그 지역의 특성을 최대한 살릴 수 있는 다양한 형태의 항만개발과 조화로운 배치방안을 마련할 필요가 있다.

또한, 오늘날 대부분의 무역항은 상항적인 요소와 공업항적인 요소 및 기타 여러 가지 요소의 집합체적인 성격을 지니고 있는 것이 일반적이다. 그러므로 단순히 무역항이라는 관점만으로 항만의 개발방향을 결정하는 것은 부적당하다고 할 수 있다. 따라서 각 지역의 항만이 지니고 있는 자원과 특성을 최대한 활용하는 방향으로 항만의 관리 및 개발방향이 설정되어야 할 것이다.

한편, 우리 나라 항만법에서는 항만을 지정항만과 지방항만으로 구분하고, 지정항만은 무역항과 연안항으로 구분하고 있다. 그러나 일본의 경우 항만분류를 특정중요항만, 중요항만, 지방항만의 3종류로 분류하고 있으나 최근 해상수송의 형태와 산업구조, 국토개발의 방법 등 경제·사회환경이 급변함에 따라 항만에 부과된 역할도 크게 변하고 있어 항만분류를 재조정하려는 방침을 발표하였다.

따라서 본 연구에서는 우리 나라의 전체 28개 무역항을 대상으로 항만의 조건이나 성격이 유사한 항만들을 몇 개의 군집으로 분류하고 각 항만군집의 특성을 파악하고자 한다.

## 2. HCM법에 의한 클러스터링

### 2.1 하드 클러스터링의 기초

클러스터(cluster) 분석이란 성질이 서로 다른 개체(data)들이 혼합되어있는 대상 가운데서 서로 유사한 성질의 개체들만을 몇 개의 집단으로 분류하여 해석하는 것이다.

클러스터링 방법은 크게 계층적 방법, 그래프 이론적 방법, 목적함수 방법으로 나누어지고 있으나 본 논문에서는 목적함수 방법 중 HCM(Hard C-Means) 알고리즘을 이용하여 국내 28개 무역항의 분류에 적용하고자 한다.

집합  $X_k = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 의 부분집합  $S_i$ 의 분할은 특성함수  $u_{si} : X_k \rightarrow \{0, 1\}$ 로 기술한다. 여기서  $u_{ik} = u_{si}(x_k)$ 는 0이나 1의 값을 취하고, 이것은 개체  $x_k$ 가 클러스터  $S_i$ 에 속하는지( $u_{ik}=1$ ) 속하지 않는지( $u_{ik}=0$ )를 나타낸다. 이 특성함수  $u_{ik}$ 에 의해 각 개체가 각 클러스터에 속하는지 어떤지를 표시한 행렬로 하여 다음의 c분할의 개념을 도입할 수 있다.

임의의 유한집합  $X_k = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 와 정수  $c(2 \leq c < n)$ 에 대해서,  $c \times n$  행렬  $U = [u_{ik}]$  ( $i=1, \dots, c$ ,  $k=1, \dots, n$ )은 다음조건을 만족할 때 c분할(c-partition)이라 한다.

$$(1) u_{ik} \in \{0, 1\} \quad : 1 \leq i \leq c \quad 1 \leq k \leq n$$

$$(2) \sum_{i=1}^c u_{ik} = 1 \quad : 1 \leq k \leq n$$

$$(3) 0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n \quad : 1 \leq i \leq c$$

n개의 t차원 데이터 벡터  $X_k = x_{k,p}$  ( $p=1, 2, \dots, t$ ) ( $k=1, 2, \dots, n$ )를 c개의 클러스터로 분류할 때 각 클러스터내의 개체  $x_k$ 와 중심벡터  $v_i$ 와의 비유사도(Dissimilarity)는 개체와 중심 벡터와의 거리를 유클리드 거리(Euclidean Distance)로 표현하여 식(2.1)를 이용하여 구할 수 있다.

$$d_{ik} = \|x_k - v_i\| = \left\{ \sum_{p=1}^t (x_{k,p} - v_{i,p})^2 \right\}^{(1/2)} \dots \dots \dots (2.1)$$

HCM 알고리즘은 주어진 입력력 공간상의 데이터( $x_k$ )에 대하여 다음 식(2.2)와 같은 목적함수를 최소화 시키는 클러스터 중심을 구하는 알고리즘이다.

$$\text{Minimize } J(U, v) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n u_{ik} \|x_k - v_i\|^2 \dots \dots \dots (2.2)$$

이 때, 식(2.2)의 목적함수를 최소화 시키기 위한 클러스터 중심( $v_i$ )은 다음 식(2.3)을 이용하여 구할 수 있다.

$$v_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n u_{ik}} \sum_{k=1}^n (u_{ik})x_k \dots\dots\dots (2.3)$$

2.2 HCM 알고리즘

HCM법에 의한 클러스터링은 개체가 각 클러스터에 속하는지, 속하지 않는지에 의해서 0이나 1의 값을 취하는 특성함수  $u_{ik}$ 의 값에 따라서 임의로 설정한 초기분할행렬을 다음 4단계의 알고리즘에 따라 반복 수행한다.

단계 1 : 클러스터의 수  $c(2 \leq c < n)$ 를 결정하고,  $U$ 의 초기분할행렬  $U^{(0)}$ 를 설정한다.

단계 2 : 식(2.3)을 이용하여 클러스터의 중심벡터  $u_i(1)(i=1,2,\dots,c)$ 를 설정한  $U^{(l)}$ 을 이용하여 구한다.

단계 3 :  $u_{ik}^{(l+1)} = \begin{cases} 1 & : d_{ik}^{(l)} = \min\{d_{ik}^{(l)}\} \quad 1 \leq i \leq c \\ 0 & : otherwise \quad 1 \leq k \leq n \end{cases}$   
 $d_{ik}^{(l)} = \|x_k - v_i^{(l)}\|_c^2$ 에 의해서  $U^{(l)}$ 을  $U^{(l+1)}$ 로 갱신한다.

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

3. 항만의 분류 및 그 특성 분석

3.1 대상항만 및 변수

28개 무역항의 항만시설 및 연간 화물취급량 등의 현황을 살펴보면 Table 1과 같다. 입출항 선박의 척수는 부산항(65,702척), 울산항(41,762척), 인천항(38,735척), 광양항(31,502척), 포항항(12,993척)의 순으로 나타나고 있으나 입출항선박의 평균 톤수 면에서는 태안항(21,789톤), 보령항(20,337톤), 대산항(7,653톤)의 순으로 나타나고 있다.

하역능력 면에서는 부산항(87,774천톤), 광양항(71,865천톤), 인천항(56,730천톤), 포항항(44,785천톤), 울산항(24,843천톤)으로 이들 5개 항만의 하역능력이 전체의 약 70.0%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

상옥, 일반창고, 야적장을 포함한 보관능력에서는 부산항(6,379천톤), 인천항(3,992천톤), 포항항(2,315천톤), 광양항(2,132천톤), 마산항(2,017천톤)의 순으로 이들 5개 항만의 보관능력이 전체의 약 72.1%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

연간 화물취급량에 있어서는 전체 항만물동량 653,819천톤 중 화물처리량이 많은 상위 5개 항만인 울산항, 광양항, 부산항, 인천항, 포항항에서 처리한 물동량이 전체의 약 76.6%를 차지하고 있으며, 장항항, 완도항, 서귀포항, 통영항, 옥계항, 거제항, 진해항, 속초항의 8개 항만은 연간 화물처리량이 1백만톤에도 미치지 못하는 것으로 나타났다. 또한 거제항과 속초항은 무역항으로 지정되어 있으나 수출입화물을 전혀 취급하지 않은 것으로 나타났다.

한편, 각 항만의 조건과 특성이 비슷한 항만들을 분류하고자 할 때 일반적으로 항만의 조건과 특성을 나타낼 수 있는 변수들로는 화물처리량, 입출항 선박 척수 및 평균 톤수, 항만하역능력, 항만시설, 화물의 종류 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 우리 나라의 28개 무역항을 대상으로 각 항만의 조건과 특성이 유사한 항만들로 분류하고, 각 항만군의 특성을 파악하기 위하여 다음과 같이 15개의 변수를 선정하였다.

- X1 : 연간 선박입출항 척수
- X2 : 입출항 선박의 평균 톤수
- X3 : 항만하역능력(천톤)
- X4 : 보관능력(천톤)
- X5 : 연간 취급물동량(천톤)
- X6 : 컨테이너 처리량(천TEU)
- X7 : 양곡(천톤)
- X8 : 유류(천톤)
- X9 : 비료(천톤)
- X10 : 시멘트(천톤)
- X11 : 유·무연탄(천톤)

Table 1 Characteristic data of each port

항만	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
부산	65,702	6,432	87,774	6,379.6	96,432.5	5,311.5	1,237.7	8,375.5	51.1	2,031.2	4.2	2,220.9	1,136.4	17,234.1	5,372.4
인천	38,735	5,225	56,730	3,992.8	93,948.5	514.9	8,178.0	28,808.4	115.8	2,563.6	911.7	3,581.6	21,798.2	7,490.6	7,782.2
평택	8,607	4,214	6,951	1,117.5	21,050.6	0.0	1.1	12,999.4	4.5	0.0	0.0	0.0	5,443.1	1.9	2,357.5
여수	5,516	3,580	2,952	276.4	6,168.8	43.8	0.0	4,486.4	813.2	383.1	23.4	10.8	214.8	14.6	5.3
광양	31,502	5,833	71,865	2,132.7	114,963.7	68.6	39.0	59,558.9	4.0	1,585.6	10,511.8	3.5	26,862.2	133.4	10,973.4
마산	10,555	3,716	14,268	2,017.7	9,668.0	27.3	8.7	1,815.0	0.0	1,883.7	7.6	297.6	345.6	1,949.3	2,503.0
삼천포	2,435	7,259	13,581	386.4	14,313.0	0.0	4.9	261.2	0.0	0.0	13,759.0	0.0	243.7	4.4	37.0
옥포	1,992	3,737	454	0.0	790.6	0.0	0.0	39.2	0.0	0.0	0.6	0.0	6.0	52.5	686.4
거제	66	171	76	32.8	2.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
진해	1,374	2,046	1,869	431	948.4	0.0	0.0	9.9	159.7	0.0	0.0	1.1	328.7	1.0	35.7
통영	2,849	143	172	20.6	112.8	0.0	0.0	80.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	18.6
고현	1,736	2,041	901	10.5	1,104.1	0.0	0.0	29.4	0.0	0.0	0.3	0.0	86.7	250.9	725.2
울산	41,762	6,548	24,843	1,290.0	148,032.5	125.8	1,247.7	112,315.8	711.9	1,411.0	1,058.4	459.5	3,982.1	6,734.5	2,779.0
동해	4,027	5,356	21,057	174.7	15,425.1	0.0	8.0	624.3	0.0	7,260.5	2,500.2	8.8	4,999.7	17.9	2.6
삼척	1,673	4,210	7,286	30.0	5,682.7	0.0	0.0	8.0	0.0	5,629.1	0.0	0.0	45.7	0.0	0.0
목호	2,774	1,557	6,422	214.0	3,381.0	0.0	0.0	220.1	0.0	1,510.6	73.7	0.0	1,568.0	0.0	0.0
속초	196	354	896	46.0	29.8	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	5.7	0.0	6.0	0.0	0.0
옥계	1,703	3,416	4,914	93.0	3,728.4	0.0	0.0	149.7	0.0	3,679.9	690.3	0.0	415.6	0.0	0.0
군산	8,102	4,109	7,596	1,805.1	10,165.2	6.6	10.0	2,091.6	25.8	1,087.9	0.0	976.4	815.0	1,093.1	130.2
장항	883	1,188	1,068	24.3	636.2	0.0	0.0	10.6	31.3	498.4	0.0	0.0	93.2	0.0	1.5
목포	12,232	854	6,271	350.0	5,205.1	0.0	372.9	593.1	0.2	1,066.6	215.5	65.1	1,730.5	0.4	576.0
완도	4,385	190	817	68.3	264.5	0.0	0.0	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	49.4	0.0	0.0
포항	12,993	5,642	44,785	2,315.0	47,551.9	0.0	0.0	1,177.8	1.7	1,117.6	11,232.1	58.0	20,811.6	15.2	12,511.3
제주	6,181	673	3,155	85.1	2,304.8	0.0	7.1	767.0	82.4	251.3	1.9	11.7	427.1	0.9	249.3
서귀포	2,004	531	1,359	72.6	463.4	0.0	0.0	39.3	31.2	1.4	0.0	0.0	149.4	0.2	3.7
대산	7,020	7,653	4,987	0.0	39,223.5	0.0	0.0	39,222.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5
보령	439	20,337	10,682	0.0	7,556.4	0.0	0.0	80.4	0.0	0.0	7,447.8	0.0	16.6	2.4	9.2
태안	254	21,789	5,483	0.0	4,665.8	0.0	0.0	48.3	0.0	0.0	4,597.7	0.0	9.1	0.4	10.3

- X12 : 목재(천톤)
- X13 : 철광석 및 기타 광석(천톤)
- X14 : 기계류(천톤)
- X15 : 철재(천톤)

3.2 항만의 분류 및 특성 분석

항만의 조건과 특성이 유사한 항만들을 군집화 하기 위하여 HCM 알고리즘을 적용할 때 고려해야 할 파라메타인 클러스터의 수, 수렴판정치를 설

정하여야 한다. 본 연구에서는 클러스터의 수는 8 개, 수렴판정치는 1.0e-5를 사용하여 국내 28개 무역항에 대한 클러스터링을 한 결과는 Table 2와 같다.

부산항, 인천항, 울산항, 평택항은 각각 독립된 하나의 군집을 형성하였으며, 광양항과 포항항이 하나의 군집을 이루어 군집 B에 속하고, 삼천포항, 보령항 및 태안항이 하나의 군집을 이루어 군집 C, 여수항, 마산항, 여수항, 마산항, 옥포항, 거제항, 진

해항, 통영항, 고현항, 목포항, 속초항, 군산항, 장항항, 목포항, 완도항, 제주항, 서귀포항, 대산항이 군집 F 그리고 동해항, 삼척항, 옥계항이 군집 G에 속하고 있음을 알 수 있다.

Table 2 Classification results of foreign trade ports

군집	항 만
A	울산항
B	광양항, 포항항
C	삼천포항, 보령항, 태안항
D	평택항
E	인천항
F	여수항, 마산항, 목포항, 거제항, 진해항, 통영항, 고현항, 목포항, 속초항, 군산항, 장항항, 목포항, 완도항, 제주항, 서귀포항, 대산항
G	동해항, 삼척항, 옥계항
H	부산항

한편, 우리 나라의 28개 무역항을 8개의 항만군으로 분류하였을 경우, 각 항만군집의 특성을 알 수 있는 클러스터 중심은 Table 3과 같다.

각 항만군집의 특성을 살펴보면, 군집 A의 경우 입출항선박 척수는 약 4만 1,762척, 입출항 선박의 평균 톤수는 6,548톤, 하역능력은 24,843천톤, 보관능력은 1,290천톤이다. A군집에 속하는 항만은 울산항으로 연간 화물처리량이 148,033천톤이고 유류와 비료에 대한 처리량은 각각 112,316천톤, 712천톤 정도로 다른 군집에 비하여 가장 많게 나타나고 있으며 또한 기계류를 처리하는 비중이 높는데 이는 배후지역에 석유화학, 조선, 자동차, 비철금속 등의 공단을 지원하는 기능을 수행하고 있기 때문이라 할 수 있다.

군집 B의 경우 입출항선박 척수는 약 2만 2,248척, 평균 톤수는 5,738톤, 하역능력은 58,325천톤, 보관능력은 2,224천톤이다. B군집에 속하는 항만은 광양항, 포항항으로 다른 군집에 비하여 가장 많이 처리하는 화물은 유·무연탄 10,872천톤, 철광석 및 기타광석 23,837천톤, 철재류 11,742천톤으

로 나타나고 있다. 이들 항만은 배후지역의 제철소 및 관련공업단지를 지원하는 기능을 수행하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

군집 C의 경우 입출항선박 척수는 1,043척으로 다른 군집에 비하여 가장 적으며, 평균 톤수는 16,462톤으로 8개 군집 중에서 가장 크게 나타나고 있으며 하역능력은 9,915천톤, 보관능력은 129천톤으로 나타나고 있다. C군집에 속하는 항만은 삼천포항, 보령항, 태안항으로 컨테이너, 비료, 시멘트, 목재화물은 거의 취급하지 않고 있으며 대중화물은 유·무연탄으로 8,599천 톤이나 취급하고 있다. 이들 항만은 배후지역의 화력발전소의 연료 수송 지원항으로서 기능을 수행하고 있음을 알 수 있다. 군집 D의 경우 입출항선박 척수는 8,607척이고, 평균 톤수는 4,214톤, 하역능력은 6,951천톤, 보관능력은 1,118천톤이다. D군집에 속하는 항만은 평택항으로 취급물동량은 21,051천톤이며 유류, 철광석 및 기타광석, 철재류를 주로 취급하고 있는데 이는 우리 나라 중부권의 연료공급기지의 기능 및 아산공업기지의 지원항만으로서 기능하고 있기 때문이다. 하지만 컨테이너, 양곡, 비료, 시멘트, 유·무연탄, 목재, 기계류는 거의 취급하지 않는 것으로 나타나고 있다.

군집 E의 경우 입출항선박 척수는 약 3만 8,735척, 평균 톤수는 5,225톤, 하역능력은 56,730천톤, 보관능력은 3,993천톤이다. E군집에 속하는 항만은 인천항으로 연간 취급물동량이 93,949천톤이며, 다양한 화물을 고르게 취급하고 있는데, 특히 양곡과 목재를 처리하는 비중이 다른 군집에 비하여 가장 높은 8,178천톤, 3,582천톤으로 나타나고 있다. 이는 인천항이 부산항과 함께 우리 나라의 수출입 물동량을 처리하는 대표적인 항만으로 하역능력과 보관능력이 다른 군집에 비하여 높다는 것을 알 수 있다.

군집 F의 경우 입출항선박 척수는 4,241척이고, 평균 톤수는 2,034톤으로 다른 군집에 비해서 가장 작고, 하역능력은 3,329천톤으로 분류한 군집 중에서 가장 떨어진다. 또한 보관능력은 341천톤, 연간 취급물동량은 5,029천톤으로 다른 군집에 비하여 가장 적은 것으로 나타나고 있다. F군집에 속하는

Table 3 Centers of the 8 clusters

항목 \ 군집	A	B	C	D	E	F	G	H
입출항척수	41,762	22,248	1,043	8,607	38,735	4,241	2,468	65,702
평균톤수	6,548	5,738	16,462	4,214	5,225	2,034	4,327	6,432
하역능력(천톤)	24,843.0	58,325.0	9,915.3	6,951.0	56,730.0	3,328.7	11,085.8	87,774.0
보관능력(천톤)	1,290.0	2,223.8	128.8	1,117.5	3,992.8	340.8	99.3	6,379.6
취급물동량(천톤)	148,032.5	81,257.8	8,845.1	21,050.6	93,948.5	5,029.1	8,278.8	96,432.5
컨테이너(천TEU)	125.8	34.3	0.0	0.0	514.8	4.9	0.0	5,311.5
양곡(천톤)	1,247.7	19.5	1.6	1.1	8,178.0	24.9	2.7	1,237.7
유류(천톤)	112,315.8	30,368.4	130.1	12,999.4	28,808.4	3,089.8	260.8	8,375.5
비료(천톤)	711.9	407.5	0.0	0.0	115.8	21.2	0.0	51.1
시멘트(천톤)	1,411.0	1,351.6	0.0	0.0	2,563.6	417.7	5,523.0	2,031.2
유·무연탄(천톤)	1,058.4	10,871.9	8,601.5	0.0	911.7	20.5	1,063.5	4.2
목재(천톤)	459.5	30.7	0.0	0.0	3,581.6	85.2	3.0	2,220.9
철광석(천톤)	3,982.1	23,836.9	89.8	5,443.1	21,798.2	364.0	1,820.3	1,136.4
기계류(천톤)	6,734.5	74.3	2.4	1.9	7,490.9	210.2	6.0	17,234.1
철재(천톤)	2,779.0	11,742.4	18.9	2,357.5	7,782.2	308.4	1.0	5,372.4

항만은 여수항, 마산항, 옥포항, 거제항, 진해항, 통영항, 고현항, 목포항, 속초항, 군산항, 장항항, 목포항, 완도항, 제주항, 서귀포항, 대산항이며 다양한 화물을 취급하고는 있지만 화물처리량은 많지 않음을 나타내고 있다.

군집 G의 경우 입출항선박 척수는 2,468척, 평균톤수는 4,327톤, 하역능력은 11,086천톤이며, 보관능력은 99천톤으로 8개 군집 중에서 최하위 수준이다. G군집에 속하는 동해항, 삼척항, 옥계항으로 시멘트 취급량이 다른 군집에 비하여 가장 높은 것으로 나타나고 있으며 유·무연탄, 철광석 및 기타 광석도 많은 양을 취급하고 있다. 이는 이들 항만이 영동지역의 시멘트 및 철광석을 주로 반출하는 항만이라는 것을 알 수 있다.

군집 H의 경우 입출항선박 척수는 6만 5,702척으로 다른 군집에 비하여 가장 많은 선박이 입출항하고 있으며, 평균톤수는 6,432톤, 하역능력은 87,774천톤, 보관능력은 6,380천톤으로 다른 군집에 비하여 가장 높게 나타나고 있다. H군집에 속하는 항만은 부산항으로 연간 취급물동량은 96,433천톤으로 8개 군집 중에서 두 번째이며 컨테이너화물

은 5,312천TEU를 처리하고 있어 우리 나라 수출입 컨테이너의 대부분을 처리하고 있음을 알 수 있으며, 기계류는 17,234천톤으로 다른 군집에 비하여 가장 많은 양을 취급하고 있다. 또한 이 군집에 속하는 항만인 부산항은 군집 E에 속하는 인천항과 마찬가지로 우리 나라의 대표적인 항만으로서 다양한 화물을 고르게 취급하고 있으며 하역능력과 보관능력이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

#### 4. 요약 및 결론

최근 경제·사회환경이 급변함에 따라 항만에 부과된 역할도 크게 변하고 있어 효율성과 공평성의 관점에서 항만분류에 따른 역할 및 배치방안을 개선하여 항만분류를 재조정할 필요가 있다. 우리나라의 경우 모든 지역항만이 국제거점항 수준의 항만개발을 요구하고 있으나 항만의 개발 또는 개발방향을 설정할 때 먼저 대상으로 하는 항만의 특성을 명확히 파악하여 그 지역의 특성을 최대한 살릴 수 있는 다양한 형태의 항만개발과 배치방안을 마련할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 우리 나라의 전체 28개 무역항을 대상으로 항만의 조건이나 특성이 유사한 항만들을 분류하고, 각 항만군집의 특성을 파악하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 부산항, 인천항, 울산항, 평택항은 각각 독립된 군집을 형성하였으며, 광양항과 포항항이 하나의 군집을 이루고, 삼천포항, 보령항 및 태안항이 하나의 군집, 동해항, 삼척항, 옥계항이 하나의 군집을 이루고 있었으며, 기타 항만들이 독립된 하나의 군집을 이루었다.
2. 각 군집의 특성을 살펴보면, 군집 A에 속하는 울산항은 연간 화물처리량이 148,033천톤으로 배후지역에 석유화학, 조선, 자동차, 비철금속 등의 공단을 지원하는 기능을 수행하는 특성을 보이고 있으며, 군집 B에 속하는 광양항, 포항항은 배후지역의 제철소 및 관련공업단지를 지원하는 기능을 수행하고 있는 곳으로 나타났다.

군집 C에 속하는 삼천포항, 보령항, 태안항의 대중화물은 유·무연탄으로 배후지역의 화력발전소의 연료 수송 지원항으로서 기능을 수행하고 있음을 알 수 있으며, 군집 D에 속하는 항만은 평택항으로 유류, 철광석 및 기타광석, 철재류를 주로 취급하고 있는데 이는 우리나라 중부권의 연료공급기지의 기능 및 아산공업기지의 지원항만으로서 기능하고 있다. 군집 E의 인천항과 군집 H의 부산항은 우리나라 수출입 물동량을 처리하는 대표적인 항만으로 항만의 조건이나 취급물동량이 다른 군집에 비하여 매우 높게 나타났다.

군집 G에 속하는 동해항, 삼척항, 옥계항은 시멘트 취급량이 다른 군집에 비하여 가장 높은 것으로 나타나고 있으며, 유·무연탄, 철광석 및 기타광석도 많은 양을 취급하고 있어 이들 항만이 영동지역의 시멘트 및 철광석을 주로 반출하는 항만이라는 것을 나타내고 있다.

군집 F에 속하는 여수항, 마산항, 옥포항, 거제항, 진해항, 통영항, 고현항, 목포항, 속초항, 군산항, 장항항, 목포항, 완도항, 제주항, 서귀

포항, 대산항은 입출항선박 척수 및 평균톤수, 하역능력 및 보관능력 등의 면에서 다른 군집에 비하여 훨씬 떨어짐을 알 수 있었다. 이 군집에 속하는 항만들은 국제역항으로서의 기능보다는 연안운송을 중심으로 기능하고 있음을 알 수 있었다.

3. 각 항만군집의 특성을 분석한 결과 같은 군집에 속하는 항만들간에는 실제 유사한 특성을 나타내고 있으며, 서로 다른 군집간에는 매우 다른 특성을 지니고 있음을 알 수 있었다.

앞으로 본 연구는 항만을 분류하는 경우 경계부근에 있는 데이터를 어느 하나의 클러스터에 완전하게 분류하는 것이 불가능할 수도 있다는 문제점을 극복하기 위하여 퍼지 클러스터링 방법 중의 하나인 Fuzzy C-Means 알고리즘을 이용하여 내부적인 상황도 식별할 수 있도록 소속하는 정도를 [0,1]로 확장하고 경계부근의 데이터들을 한 개 이상의 클러스터에 소속될 수 있게 허용하는 방법을 사용하여 국내 무역항을 분류하고 그 특성을 분석하고자 한다.

## 참고문헌

- 1) 이철영, 항만물류시스템, 효성출판사, 1998, pp. 43-57.
- 2) 문성혁, 항만민영화와 우리나라의 추진 현황, 한국항만학회지, 제13권, 제2호, 1999, pp. 215-232.
- 3) R. L. Cannon, J. V. Dave and J. C. Bezdek, Efficient Implementation of the Fuzzy C-Means Clustering Algorithms, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.8, No.2, 1986, pp. 248-255.
- 4) M. R. Anderberg, *Cluster Analysis for Applications*, Academic Press, New York, 1973.
- 5) J. C. Dunn, Well-separated Clusters and Optimal Fuzzy Partitions, *Journal of*

8 韓國航海學會誌 第24卷 第4號, 2000

*Cybernetics*, Vol.4, 1974, pp. 95-104.

- 6) 坂和正敏, ファジィ理論의 基礎와 應用, 森北出版社, 1989, pp. 74-83.
- 7) 石岩, 水本雅晴, 湯場崎直養, ファジィc-平均 クラスタリング アルゴリズムによる ファジィ規則生成法の 改善, 日本ファジィ學會誌, Vol.9, No.4, 1997, pp. 525-532.
- 8) 宮本定明, ファジィクラスタリングあれこれ, 日本ファジィ學會誌, Vol.8, No.3, 1996, pp. 423-430.
- 9) 宮腰政明, ファジィクラスタリングの画像解析への應用, 日本ファジィ學會誌, Vol.8, No.3, 1996, pp. 440-447.