

Fuzzy-AHP를 이용한 광양항 물류산업 인프라 분석

윤동하* · † 최용석

* 순천대학교 대학원, † 순천대학교 물류학과 교수

요약 : 본 연구는 광양항 물류산업 인프라 우선순위 분석을 위하여 Fuzzy AHP 기법을 적용하였다. 본 연구에서는 의사결정을 위한 측정요소로 수익성, 용이성, 시급성, 장래성이 선정되었고, 대안으로는 글로벌 네트워킹 구축, 물류전문인력 양성, 친환경저비용항만 운영, 전문물류기업 육성이 선정되었다. 대안의 우선순위는 글로벌네트워킹 구축, 친환경저비용항만 운영, 전문물류기업 육성, 물류전문인력 양성 순서로 나타났다.

핵심용어 : 광양항, 물류산업, 인프라, AHP, 우선순위 분석

85mm

I. 서론

연구의 목적 및 방법론

62mm

- 광양만권 물류산업 육성 방향에 대한 1단계('04~'10) 완료
- 광양만권 물류산업 계획과 방향, 문제점 및 발전과제 재검토 필요성
- 컨테이너부두 3-1단계 이후 개발 계획 축소와 관련한 인프라 계획에 대한 검토 필요한 시점
- 각 물류산업 관련 구성원과 개발 계획 및 실시 진행자를 대상으로 광양항 물류산업 인프라에 대한 의견 종합 및 설문 조사
- 의사결정 문제를 계층화하여 각 대안의 중요도를 산출하는 방법론으로 사용되고 있는 AHP기법을 보완한 Fuzzy AHP 방법론을 적용하여 광양항 물류산업 인프라에 대한 우선순위를 분석하고 대안 제시

4

II-2. 광양만권 물류산업 인프라 육성 방향

광양만권 물류산업 인프라 육성 방향(개발계획)

단계별	지구명	주요기능	물류산업	특성
1단계 ('04~'10)	광양항 컨부두 배후단지 광양항 컨부두 광양제철 CTS 여수공항 및 항공물류단지	배후입출, 환적 물류유통 수출입 해운, 항만물류입출 물류유통 항공물류, 국제금융시설	배후물류 항만물류 유통물류 항공물류	인프라 구축
2단계 ('11~'15)	광양항 컨부두 배후단지 울촌 컨부두 광양북항물류유통단지	국제교류, 가공 포장센터 수출입 해운, 항만물류입출 복합물류유통	배후물류 항만물류 유통물류	인프라 확장
3단계 ('16~'20)	울촌 산업단지 신대, 덕례지구	생산산업, 물류산업 유통산업	생산물류 유통물류	물류산업 확장

- 광양항 및 울촌 컨부두의 항만물류 산업
- 광양항 컨부두 배후단지의 배후지 물류산업
- 광양제철 CTS, 신대, 덕례지구, 광양북항물류유통단지의 유통물류산업
- 여수공항 및 항공물류단지의 항공물류산업
- 울촌산업단지의 생산물류산업

7

II-1. WEF 세계 경쟁력 보고서

국가별 항만 경쟁력(인프라 부분의 지표)

- 세계경제포럼(WEF : World Economic Forum)은 매년 국가 경쟁력을 평가 및 발표하고 있는 권위 있는 보고서
- 3개 분야로 분류하여 경쟁력을 측정하고 있으며, 인프라는 기본 요인에 포함되는 부문
- 광범위하고 효율적인 인프라는 국가 경제의 효율적인 기능을 위해 중요하며, 평가지표로는 도로, 철도, 항만, 항공, 전력, 유선전화, 무선전화 등

연도	국가			1위 국가
	한국	중국	일본	
2006	27위	55위	8위	싱가포르
2007	20위	69위	17위	싱가포르
2008	29위	54위	25위	싱가포르
2009	38위	61위	34위	싱가포르
2010	25위	67위	37위	홍콩

주 : 중국은 홍콩을 제외한 중국 본토(China Mainland)임

6

II-3. 광양항 컨테이너 부두 개발 계획

광양항 컨테이너 부두

구분	총계	운영중				장래	
		1단계	2단계	3-1단계	소계	3-2단계	장래
시정기간	'87~'20	'87~'97	'95~'04	'99~'06	-	'03~'11	'~'20
집안능력	50만톤급+29 2만톤급*5	4선석	4선석	4선석	12선석	3선석	14선석
하역능력 (TEU)	1,245만	160만	228만	160만	548만	137만	560만
안벽길이(m)	11,260	1,400	2,300	1,400	5,100	1,260	4,900
수심(m)	15~16	16	16	16	16(평균)	-	-



- 광양항 컨테이너 부두 개발계획은 당초 34선석(울촌 포함)으로 구성
- 정부의 트리거 룰(Trigger Rule) 정책으로 부두 건설 중단 상태
- 3-2단계 하부 공사 완료 후 중단
- 3-3단계 착공 계획 중단

8

* 정회원, yupk1031@yahoo.co.kr

† 교신저자 (중신회원) drasto@sunchon.ac.kr

II -4. 배후수송시설

광양항 배후수송시설 추진현황



사업기간	1995~2012
총사업비	101,299억원
사업내용	도로 297.25km 철도 255.30km



- 광양→전주간 고속도로 완공으로 서울과 광양까지의 거리가 55km 정도 단축
- 2012년 4월 이순신 대교 개통시 여수국가산업단지과 광양항과의 이동 시간이 약 10분대로 단축

9

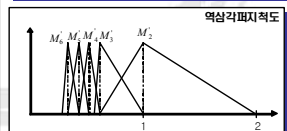
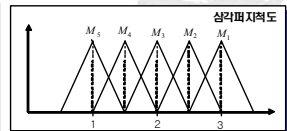
III -1. Fuzzy AHP 개요

Fuzzy AHP ?

기존의 AHP 기법을 보완하기 위하여 삼각퍼지함수를 이용하여 각 대안의 중요도를 산출하는 방법으로, 의사결정 문제를 계층화하고 측정 영역, 측정 요소간의 상대비교를 수행

퍼지 변환 척도

언어 척도	삼각퍼지척도	역삼각퍼지척도
동일(Aust equal)	(1, 1, 1) M_1	(1, 1, 1) M'_1
(조금 중요) Equally Important	(1/2, 1, 3/2) M_2	(2/3, 1, 2) M'_2
(보통 중요) Weakly more important	(1, 3/2, 2) M_3	(1/2, 2/3, 1) M'_3
(많이 중요) Strongly More important	(3/2, 2, 5/2) M_4	(2/5, 1/2, 2/3) M'_4
(매우 중요) Very strongly more important	(2, 5/2, 3) M_5	(1/3, 2/5, 1/2) M'_5
(절대 중요) Absolutely More important	(5/2, 3, 7/2) M_6	(2/7, 1/3, 2/5) M'_6



13

II -5. 배후수송시설(세부계획)

광양항 배후수송시설(도로 및 철도 건설)

- 도로 건설

사업명	사업량	사업기간	사업비 (억원)	시행형
광양-전주간 고속도로	L=117.8km 433호	'04~'10	22,293	한국도로공사
목포-광양간 고속도로	L=106.8km 433호	'02~'11	20,782	한국도로공사
여수-순경 지방차량도로	L=15.1km 43호	'04~'11	2,682	인산국도관리청
여수국가산업단지도로	L=8.5km 43호	'05~'12	9,656	한국도로공사

- 철도 건설

사업명	사업량	사업기간	사업비 (억원)	시행형
경관선 복선 전철 (여수-여수간)	L=185.8km 복선 전철	'02~'11	22,293	한국철도공사
광안선-광양 복선 전철	L=10.9km 복선 전철	'01~'10	20,782	한국철도공사
전통-광양 복선 전철	L=51.5km 복선 전철	'01~'10	2,682	한국철도공사
서해안선 철도	L=7.1km	'05~'10	9,656	여수항만청

10

III -2. Fuzzy AHP 이론

Da-Young Chang의 확장 Fuzzy AHP

- Object set $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

- Goal set $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$

- Chang의 확장 분석법에 따라 요인 대 요인의 평가값은 다음과 같음

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i=1, 2, \dots, n$$

- 삼각퍼지수(TFNs)로 표현

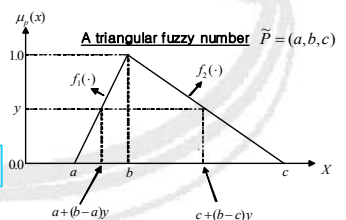
$$M_{g_i}^j (j=1, 2, \dots, m)$$

- a, b, c를 매개변수로 가정

$$d_1 = a + (b-a)y$$

$$d_2 = c + (b-c)y$$

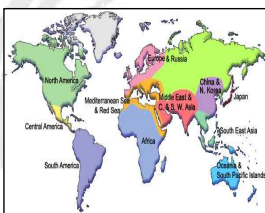
삼각퍼지수는(TFNs) 가장 낮은 값, 가장 최적의 값, 가장 큰 값으로 구성



14

II -6. 광양항 컨테이너터미널 정기선 운항 현황

광양항 컨테이너터미널 Route 현황



구분	항목	Intra Asia	USA	EU	M. East	C. America	Africa	Domestic
2010	1,1	68	42	9	3	8	1	5
2011	5,20	77	55	9	4	5	1	2

- 광양항 컨테이너터미널의 정기선 운항 현황을 살펴보면, 2010년 1월 1일 주당 68척에서 2011년 5월 30일 77척으로 Route가 9개 증가
- Intra Asia의 수가 대폭 증가하였으며, M. East와 Domestic 수 감소

11

III -2. Fuzzy AHP 이론

Fuzzy AHP 확장분석과정 1단계

i번째 object에 대한 확장 퍼지 계산은 다음과 같이 정의

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 값을 계산하기 위해 행렬에 대한 m 확장 분석의 퍼지치가 연산을 수행

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m a_{ij}, \sum_{j=1}^m b_{ij}, \sum_{j=1}^m c_{ij} \right), \quad i=1, 2, \dots, n$$

$\left[\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ 을 얻기 위해 $M_{g_i}^j (j=1, 2, \dots, m)$ 의 퍼지치가 연산을 수행

$$\left[\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m a_{ij}}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m b_{ij}}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m c_{ij}} \right) \quad \text{식의 역수를 계산}$$

$$\left[\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m a_{ij}}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m b_{ij}}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m c_{ij}} \right)$$

15

III -2. Fuzzy AHP 이론

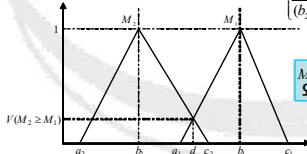
Fuzzy AHP 확장분석과정 2단계

Fuzzy 합성 확장값은 주어진 정보에 대한 가능성 정도(Degree of Possibility)를 구하는 데 적용되며, Fuzzy 삼각함수 $M_1 = (a_1, b_1, c_1)$, $M_2 = (a_2, b_2, c_2)$ 가 볼록 퍼지함수(Convex Fuzzy Number)일 때, 가능성 정도는 아래와 같이 표현

$$M_2 = (a_2, b_2, c_2) \geq M_1 = (a_1, b_1, c_1)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

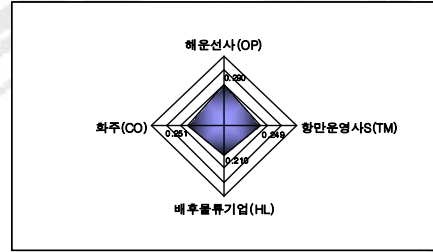
$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{if } b_2 \geq b_1 \\ 0, & \text{if } a_1 \geq c_2 \\ \frac{a_1 - c_2}{(b_2 - c_2) - (b_1 - a_1)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$



M_1 과 M_2 를 비교하기 위해 $V(M_1 \geq M_2)$ 와 $V(M_2 \geq M_1)$ 값이 필요

16

IV -2. Fuzzy AHP 평가 결과(측정영역)



측정영역 간 상대적 중요도는 해운선사가 29.0%로 가장 높고, 화주와 항만운영사가 25.1%, 24.9%로 비슷하게 나타났으며, 배후물류기업이 21.0%로 분석

해운선사가 중요하게 인식되고 있는 것은 선박이 기항할 수 있는 조건, 즉 항만의 인프라가 선사 중심으로 발달하고 있기 때문인 것으로 해석

21

III -2. Fuzzy AHP 이론

Fuzzy AHP 확장분석과정 3단계

퍼지수가 k 퍼지수 $M_i (i=1,2,\dots,k)$ 보다 더 가능성은 아래와 같음

$$V(M_1 \geq M_2) \quad V(M_2 \geq M_1) \quad M_i (i=1,2,\dots,k)$$

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), \quad i=1,2,3,\dots,k$$

$d(A_i) = \min V(S_i \geq S_j)$ 을 가정하면 $k=1,2,\dots,n, k \neq i$ 여기서 가중치 백터는 아래와 같이 구성

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad A_i (i=1,2,\dots,n)$$

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad \text{정규화 과정을 통해 중요도 가중치를 계산}$$

17

IV -5. Fuzzy AHP 평가 결과(대안의 우선순위 종합)

대안의 우선순위 종합	글로벌네트워킹 구축	물류전문인력 양성	친환경저비용 항만운영	전문물류기업 육성
해운선사	0.287(1)	0.203(4)	0.254(3)	0.256(2)
항만운영사	0.280(1)	0.213(4)	0.254(2)	0.252(3)
배후물류기업	0.273(1)	0.224(4)	0.250(3)	0.253(2)
화주	0.275(1)	0.219(4)	0.252(3)	0.254(2)
종합	0.279(1)	0.215(4)	0.252(3)	0.254(2)

대안의 종합 우선순위는 글로벌네트워킹 구축(27.9%), 전문물류기업 육성(25.4%), 친환경저비용 항만운영(25.2%), 물류전문인력 양성(21.5%)의 순으로 분석

현 시점에서 광양항의 경우 추가적인 글로벌네트워킹 구축의 필요성이 인프라의 중요한 과제로 나타났으며, 다음으로 전문물류기업 육성과 친환경저비용 항만운영이 우선순위로 분석

24

IV-1. 평가기준 계층도



최상위 계층은 의사결정의 목표인 '광양항 물류산업 인프라 우선순위 분석'이 위치하고 제 2계층은 광양항 물류산업의 중요 구성 요소인 네 개의 그룹을 배치, 제 3계층과 제 4 계층은 평가요소와 대안으로 문헌조사와 전문가 면담을 가진 후 최종적으로 선정

19

V. 결론

종합결과

측정영역 간 상대적 중요도 순위는 『해운선사 > 화주 > 항만운영사 > 배후물류기업』

대안의 우선순위 종합 중요도 순위는 『글로벌네트워킹 구축 > 전문물류기업 육성 > 친환경저비용 항만운영 > 물류전문 인력 양성』

시사점 및 한계점

광양항 물류산업 인프라 우선순위 분석을 위하여 관련 물류산업 영역을 네 그룹으로 분류하고 측정요소와 평가대안을 문헌조사와 전문가 면담을 실시 한 후 계층화 한 후 중요도를 산정하여 대안의 우선 순위를 확정

연구의 한계점은 대안의 우선 순위로 확정된 안에 대한 세부적인 계획 및 효과에 대한 향후 연구가 필요

26