

폐지이론을 이용한 종합 유통단지 입지 선정에 관한 연구

박준철 *

Park Jun Chul

오선일 **

Oh Sun Il

원유준 **

Won You Jon

강경식 ***

Kang Kyong Sik

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

오늘날 유통산업은 재화나 서비스가 생산자로 부터 소비자 또는 최종 사용자에게 이전되어 가는 과정에서 나타나는 제 산업 활동으로 정의할 수 있으며 좁은 의미로의 유통산업이란 상적유통을 영업으로 삼는 기업집단을 의미한다. 이보다 넓은 의미로는 통상 도 소매업(상적유통)과 운수 창고업(물적 유통)을 지칭한다. 그러나 광의의 유통산업은 위의 2분류법에서 덧붙여서 정보 처리업 및 광고통신업(정보유통)과 각종 금융업(금융유통)을 포함한다. 이는 생산자와 소비자의 사이에서 제조업의 경쟁력 제고 및 소비자 후생 증진, 물가 안정, 고용창출 등에 중요한 역할을 담당하고 있다. 더불어 물류, 상류 유통시설의 개별적인 입지에 따른 난개발의 문제를 개선하고, 물류체계 효율화 및 물류비 절감, 교통 및 환경문제를 개선, 유도하는 산업이라 할 수 있다.

이와 같은 유통단지를 조성하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔지만 어떤 시설의 입지를 선정하기 위한 의사결정은 목적함수나 제약조건들을 완전하게 만족시키기 위해 정확한 데이터 값들을 입력시켰을 때만이 최적해를 계산해 낸다.

* 명지대학교 석사과정

** 명지대학교 박사과정

*** 명지대학교 교수

그러나 현실의 많은 의사결정들은 목표와 제약조건들을 정확하게 알 수 없는 상황에서 이루어지며 의사결정의 대상인 현실세계 역시 가변적이고 불확실하거나 애매모호한 부분에 대해서 분석가의 주관이 내재되어 평가함으로써 다양한 효과와 긍정적 부정적 영향에 대한 객관적인 평가를 어렵게 하며 평가결과에 대한 신뢰성도 저하시키고 있다. 따라서 이러한 배경 하에서의 본 연구의 목적은 제약조건을 반드시 만족해야만 했던 기존의 입지 및 규모결정에 관한 의사 결정 문제를 바탕으로 애매한 환경에서의 의사결정을 가장 합리적으로 이루어 보려는 의도에서 퍼지이론을 이용하여 유통단지 입지 결정 모형을 개발하고자 한다. 또한 이 연구를 통하여 경기 남부 지역의 유통단지의 입지를 결정하는 사례를 들어보고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

퍼지이론을 이용한 입지선정 모형을 개발하기 위하여 경기 남부 지역의 유통단지 조성이 가능한 지역을 선정하여 객관적 요소와 주관적 요소를 결정하고 애매한 환경에서의 의사결정을 가장 합리적으로 도출할 수 있는 모형을 개발하고 할 것이다.

2. 유통단지의 개념과 관련 법규와 계획 및 사례

2.1 유통단지의 개념

유통단지는 유통시설과 지원시설을 집단적으로 설치 또는 육성하기 위하여 체계적으로 지정·개발되는 토지로서 여러 가지 시설들이 합리적이고 종합적으로 집단화되어 배치된 형태의 단지를 말한다.

유통단지는 광의와 협의로 구분해서 살펴 볼 수 있는데, 넓은 의미에서는 모든 단지의 구성원을 포괄하지만, 좁은 의미에서 파악할 때는 유통단지, 상품의 소유권 이전활동을 취급하는 기구를 말한다. 하지만 일반적으로 유통단지라 할 때에는 후자, 즉 매매의 당사자인 도매 및 소매상에 의한 소유권 이전기능을 수행하는 상류기구를 중심으로 파악하는 것이 보통이다.

2.2 유통관련 법규 및 계획

2.2.1 유통단지 개발촉진법 (개정 2002.2.4)

(1) 단지의 정의

유통시설(상품의 수송·포장·하역·가공·통관·판매·정보처리 등을 위한 시설)과 지원시

설 (유통시설의 운영을 효율적으로 설치하기 위한 시설)을 집단적으로 설치·육성하기 위하여 지정 개발하는 일단의 토지

(2) 조성목적

유통시설용지를 원활히 공급하고 유통시설을 합리적으로 배치하여 유통 구조의 개선과 유통산업의 발전을 촉진함으로써 산업경쟁력을 강화하고 국토의 균형 있는 발전과 국민경제의 건전한 발전에 이바지함

(3) 지정권자 및 규모

- 건설교통부장관이 지정
- 100만㎡이하의 유통단지는 관할 시·도지사가 지정

(4) 사업시행자

- 국가 또는 지방자치단체
- 대통령령이 정하는 정부투자기관
- 지방공기업법에 의한 지방공사
- 특별법에 의해 설립된 법인
- 민법 또는 상법에 의하여 설립된 법인

(5) 지원내용

- 사업비용은 시행자 부담원칙이나 다음 종목을 일부 국가나 지자체가 일부 보조 또는 융자
- 단지의 간선도로·녹지의 건설비, 이주대책사업비, 유통시설용지와 지원시설 용지의 조성비 및 매입비
- 항만시설, 통신시설, 폐기물처리시설, 공동구, 집단에너지공급시설, 단지개발시의 필요한 공공시설

(6) 추진절차

- 산업단지지정계획수립
- 의견청취·협의 및 심의회 심의
- 산업단지 지정 승인
- 실시계획 승인
- 사업시행 및 준공

2.2.2 유통산업 발전법 (개정 2002. 12. 30)

(1) 정의

농·림·수산물 및 공산품의 도매·소매·보관·포장 및 이와 관련된 정보·용역의 제공 등을 목적으로 하는 산업

(2) 목적

유통산업의 효율적인 진흥과 균형적인 발전을 도모하고 건전한 상거래질서를 확립함으로써 소비자를 보호하고 국민경제의 발전에 이바지함

(3) 대규모점포의 업태 등

<표-1> 대규모 점포의 업태

업태	정의	매장면적
시장	• 동일한 건물 또는 지하도에 설치된 다수의 점포시설이서 도·소매업 및 용역업이 혼재되어 있는 매장으로서는 매장의 분량이 가능한 것을 말한다.	3천㎡이상
대형점	• 양판점·할인점·전문점 및 편의점 등 그 명칭여하를 불문하고 취급상품을 통상의 소매가격보다 저렴한 가격으로 계속하여 소매하는 매장을 말한다.	3천㎡이상
백화점	• 다양한 상품을 구매할 수 있도록 현대적 판매시설과 소비자편의시설이 설치된 직영위주의 형태로 운영되는 매장을 말한다.	4천㎡이상
쇼핑센터	• 다수의 대규모점포 또는 소매점포와 각종편의시설이 일체적으로 설치된 매장으로서는 직영 또는 임대의 형태로 운영되는 매장을 말한다.	6천㎡이상
도매센터	• 동일 또는 유사한 상품을 도매위주로 판매하는 매장을 말한다.	3천㎡이상

2.2.3 도시계획시설기준에 관한 규칙(유통업무설비)

(1) 유통업무 설비

- 유통단지개발촉진법에 의한 유통단지
- 유통산업발전법의 규정에 의한 대규모점포·정기시장, 임시시장·집 배송 시설·집 배송 센터·공동집 배송 단지 및 전문상가단지
- 농수산물 유통 및 가격안정에 관한 법률 규정에 의한 농수산물도매 시장·농수산물 공판장 및 농수산물종합유통센터
- 자동차관리법 규정에 의한 자동차 경매장
- 화물터미널 및 화물자동차운수사업용 공영차고지
- 화물을 취급하는 철도역
- 유통단지개발촉진법 규정에 의한 화물운송·하역 및 보관시설
- 항만법 규정에 의한 하역시설
- 창고·야적장 또는 저장소(소방법에 의한 위험물저장시설을 제외한다)
- 화물적하시설·화물적치용건조물 그 밖에 이와 유사한 시설
- 축산물가공처리법 규정에 의한 축산물 보관장
- 생산된 자동차를 인도하는 출고장

(2) 결정기준

- 물자수송에 있어서 지역 간 교통과 시·군 교통의 변환 점으로서의 기능과 물자수급에 있어서 공급자와 수요자의 중계기지로서의 기능이 상호 그 효용을 다할 수 있도록 함
- 도심지의 교통 혼잡을 경감시키고 유통기능의 효율화를 위하여 지역 간의 교통이 원활한 고속국도·철도역·항만 등이 연결되는 지점 또는 이에 가까운 도시의 외곽에 설치
- 집산지·공업단지 등 물자공급지와 쉽게 연결되고, 시·군내 각종 시장 및 집배소와의 교통이 편리한 곳에 설치
- 전국의 유통망체계에 따라 물자의 이동성향을 충분히 고려
- 장래에 있어서의 물동량의 증가와 수송 장비의 대형화에 대비하여 시설의 확충이 가능하도록 함
- 주요시설의 주변이나 인구가 밀집한 지역에 설치하지 아니하도록 인근의 토지이용계획을 고려
- 준주거지역·중심상업지역·일반상업지역·근린상업지역·유통 상업 지역·일반 공업 지역·준공업 지역 및 계획관리 지역에 한하여 설치, 다만, 대규모점포 중 대형점의 설치를 목적으로 하는 경우에는 자연 녹지지역에도 설치 가능

2.2.4 촉진 및 지원제도

(1) 관련 법령

『유통단지개발촉진법』 및 동법 시행령, 시행규칙

(2) 『유통단지개발종합계획』

- 유통단지를 계획적으로 개발하기 위하여 5년 기간의 『유통단지개발종합계획』 수립 고시
- 2002년 제2차 유통단지개발종합계획이 수립(2002~2006)

(3) 『유통단지개발지침』

- 유통단지의 지정·개발·공급 등의 세부방법 및 절차를 규정
- 단지면적 중 유통·물류시설용지의 하한선(각 50%이상) 설정

(4) 『유통 단지 내 유통시설의 유지촉진대책』

- 유통단지의 개발을 활성화하고, 개별유통시설의 중복을 방지
- 특별한 사유가 없는 한 개별유통시설의 유통 단지 내 입지
- 기존 유통시설의 이전, 정비 시는 유통단지내로 이전방안 강구

(5) 유통단지에 대한 토지·세제상 혜택

- 토지 등의 수용권 부여
- 국토이용계획변경, 도시계획변경결정 등의 의제
- 취득세·등록세 면제, 재산세·종토세·양도세 또는 특별부가세 50% 감면 등 세제상 혜택
- 산림전용부담금등 각종 부담금의 감면 혜택
- 진입도로 등 기반시설의 일정부분 국고지원 방안 강구 등

2.3 국내 유통단지 조성 및 운영현황

2.3.1 안양국제 유통단지

(1) 설립 목적

공구기계류, 각종 산업용품의 건전한 발전과 조합원 상호간의 복리증진 도모 및 협동회사를 통한 조합원의 경제활동 보장 및 경제적 지위 향상, 유통구조개선, 소비자를 보호하여 국민경제의 균형있는 발전을 도모하기 위해서 다음과 같은 설립취지 아래 안양국제유통단지(안양공구상가-아파트형공장 디오밸리)가 조성되었다.

- 국가 기간산업 발전의 원동력인 산업기자재 도-소매상들이 도심도처에 무질서하게 산재하여 인구집중 및 교통 혼란 등을 초래하고 도시환경을 저해함에 따라, 도

심 외곽지역에 대규모 전문 산업기자재 유통단지의 조성을 통한 집단 이전의 필요성이 요구되었다. 유통시장 전면개방에 따른 무한 자유경쟁시대의 도래에 대응할 수 있는 고도의 유통산업 개발을 통한 기술-가격 경쟁력 강화 및 국제화-개방화에 능동적으로 대응하기 위하여 서울-경기 지역의 일천여 중기업자가 협동화 사업을 통하여 자력으로 유통단지 조성사업을 추진하였다.

- 중소기업인(조합인)이 도심의 고가 임대점포에서 탈피하여 내점포 마련이라는 소망을 이루는 한편 물류비용 절감을 통한 경영환경 개선을 실현하기 위한 필요성이 절실했기 때문이다.
- 정부의 유통산업 근대화정책에 적극 부응하여 산업 및 인구의 도시 집중화와 교통혼잡을 피해 도시기능의 효율성을 제고하는 한편 상대적으로 개발여건이 열악한 수도권 도심 외곽지역의 균형있는 지역경제발전에 기여하고자 안양국제유통단지(안양공구상가-아파트형공장 디오밸리) 조합을 설립하였습니다.

(2) 사업내용과 특성

경기도 안양시 동안구 호계동 555-9에 중소기업협동화사업의 일환으로 서울-경기 산업중기계부품상 협동조합이 건립하는 안양국제유통단지(안양공구상가-아파트형공장 디오밸리)는 산업기자재 전문상가와 함께 업무지원동, 아파트형공장이 건립되어 각종 문화, 체육시설까지 완벽하게 갖춘 인간중심, 환경중심의 최첨단 21세기형 초대형 복합유통단지이다. 산업기자재 안양국제유통단지(안양공구상가-아파트형공장 디오밸리)는 연면적 89,000평에 지하 2층, 지상 3층으로 구성되어 있는 신복합건물로써 기계공구 중장비부품, 차량부품, 산업기자재 재료부품 등의 다양한 제품 구비와 특화적 상품으로 향후 산업용품 유통의 중심거점 상권으로 성장 형성될 것이며 인접한 반월, 시화공단 및 안양, 군포 의왕, 시흥, 수원, 평택 등 대규모 제조업체 상권과 구로공구상가 및 전자상가, 중앙 공구상가와 근거리에 있어 향후 협력업체가 다양하며, 경수산업도로, 신갈-인천간 고속도로, 서울외곽 순환도로 등 사통팔달의 교통 중심지에 위치해 편리하고 다양한 쇼핑공간을 제공하는 최첨단 미래형 유통단지로서 경쟁력을 갖추어 영업성과 수익성을 실현하는 최고의 상권으로 발전할 것이다. 또한, 세계적인 유통업체인 까르푸의 초대형 매장을 비롯하여 한국통신 등의 공공업무시설, 식당가, 사우나, 은행 등의 다양한 부대시설과 고객의 교통편의성을 고려한 지하 1-2층의 초대형 주차장과 지상층 주차장은 물론 지상 3층까지의 넓은 주차공간을 확보하여(약 6,000대) 주차문제를 해결함으로써 안양국제유통단지(안양공구상가-아파트형공장 디오밸리)의 영업성과 효율성 및 접근성을 극대화 시킨 최고의 유통단지 상권임을 자부한다.

이 밖에도 대구 유통 단지, 인천산업유통센터, 구로 중앙유통단지 등이 국내에 운영되고 있다.

2.3.2

구분	사업명	위 치	사업자	면적 (만평)	사업비 (억 원)	사 업 기 간	주 요 설치시설	지정연월일 (지정권자)	06년도 계획	
	합계	13개소		126	14,412					
운영중 (2)	감천향수산물유통단지	부 산 서 수 암남동	원양어업개발(주)	6	400	'91~ '05	-창고시설 -하역시설 -수산물물류센터	'98.12.18 (건교부) 경과조치 인정사업	사업준공	
	대전종합유통단지	대전시 유성구 대정동	대전도시개발공사	14	1,531	'98~ '03	-화물터미널 -집배송단지 -창고시설	'98.11.30 (대전시)	진입도로 공사계속	
'06년준공(2)	울산진장유통단지	울산시 북 구 진장동	한국토지공사	14	942	'00~ 06	-집배송단지 -농수산물물류센터	'00.8.17 (울산시)	사업준공	
	강릉종합유통단지	강원도 강릉시 구정면	강릉항도개발(주)	5	381	'99~ '06	-화물터미널 -집배송단지 -창고시설	'99.11.6 (강원도)	사업준공	
공 사 중 (8)	음 성 유통단지	충 북 음성군 대소면	한국토지공사	9	304	'98~ '07	-창고시설 -화물터미널 -집배송단지	'98.12.31 (충북도)	조성공사 계속	
	전주장동유통단지	전주시 덕진구 장 동	한국토지공사	6	240	'04~ '06	-창고시설 -화물터미널 -중고자동차 매매단지	'04.4.9 (전북도)	조성공사 계속	
	평택도일유통단지	경기도 평택시 도일동	평택공영개발사업소	15	881	'02~ '06	-화물터미널 -창고시설 -집배송단지	'03.7.9 (경기도)	조성공사 계속	
	천안유통단지	충 남 천안시 백석동	한국토지공사	14	1,271	'00~ '07	-화물터미널 -집배송단지 -창고시설	'00.1.31 (충남도)	조성공사 계속	
	광주종합유통단지	경기도 광주시 도척면	(주)한국물류	8	650	'04~ '07	-화물터미널 -창고시설	'03.7.9 (경기도)	조성공사 계속	
	여주종합유통단지	경기도 여주군 여주읍	(주)신세계	8	600	'04~ '07	-집배송단지 -창고시설 -농수산물물류센터	'99.12.8 (경기도)	조성공사 계속	
	서울동남권유통단지	서 울 송파구 문정동	SH공사	15	7,324	'04~ '08	-화물터미널 -집배송센터 -창고시설	'04.11.12 (서울시)	조성공사 계속	
	안동종합유통단지	경북 안동시 풍산읍	한국토지공사	7	154	'05~ '07	-집배송단지 -화물터미널 -농수산물물류센터	'05.03.14 (경북도)	조성공사 계속	
	실시설계중 (1)	제천종합유통단지	충북 제천시 봉양읍	(주)장평	5	134	'03~ '06	-화물터미널 -농수산물물류센터	'03.12 (충북도)	실시계획승인

제 3 장 퍼지 접근법을 이용한 입지선정모형 개발

3.1 기본 가정 및 기호

특정지역에 새로운 종합유통단지를 조성하기 위하여 다음과 같은 상황을 가정하고자 한다. 특정지역내에 종합유통단지가 들어서게 될 후보 지역이 m 개 있고, 종합유통단지의 입지시 고려해야 할 객관적 요소가 l 개, 주관적 요소가 n 개 있다. 각 후보지역을 i 라는 인덱스로 표시하고, 각 주관적 요소를 j 라는 인덱스로 표시할 때, 다음과 같은 기호들에 대해 미리 정의해 둔다.

$$I = \{1, 2, \dots, m\} : \text{전화국 후보 지역들의 인덱스 집합,}$$

$$H = \{1, 2, \dots, l\} : \text{객관적 요소들의 인덱스 집합,}$$

$$J = \{1, 2, \dots, n\} : \text{주관적 요소들의 인덱스 집합}$$

이러한 상황에서 종합유통단지의 입지를 위한 의사결정을 하고자 할 때, 대부분의 기존의 연구들은 l 개의 객관적 요소를 정량한 점수들의 총합을 m 개의 후보지역 각각에 대해 추정하여 계산하고, 이를 근거로 총점수의 합이 최대인 후보지역을 최종 입지로 결정하는 것이었다. 이러한 방법은 주관적 요소들을 고려하지 못함으로 인해 여러 가지 문제점을 야기할 수 있어, 본 연구에서는 객관적 요소 외에 주관적 요소들을 함께 고려함으로써 보다 더 합리적인 전화국 입지 선정을 위한 보다 합리적인 종합유통단지 입지 선정을 위한 의사결정을 할 수 있는 모형을 제시하고자 한다.

그리고 객관적 요소 및 주관적 요소가 모두 정성적으로 측정되므로 이를 정량화하기 위해 측정 단위를 일치시켜야 함으로 점수제를 도입함으로써 정량적인 값들을 무차원 지수화하는데 필요하다. 본 연구에서는 이러한 목적으로 퍼지 이론(Fuzzy Theory)을 적용하고자 한다. 본 장에서는 우리가 개발하고자 하는 모형을 제시하면서 아울러 이러한 모형에 퍼지 이론이 어떻게 이용되는지를 함께 설명하고자 한다.

3.2 모형 개발

특정지역 종합유통단지의 최적 입지 결정을 위한 전체적인 절차는 Brown & Gibson[2]에서와 같이 아래의 10단계로 이루어진다.

1. 대상지역의 수집
2. 주요소, 객관적 요소 및 주관적 요소의 정의
3. 주 요소 척도의 평가
4. 객관적 요소 척도의 평가
5. 주관적 요소 가중치의 결정
6. 후보 지역 가중치의 결정
7. 주관적 요소 척도의 평가
8. 입지 척도의 계산

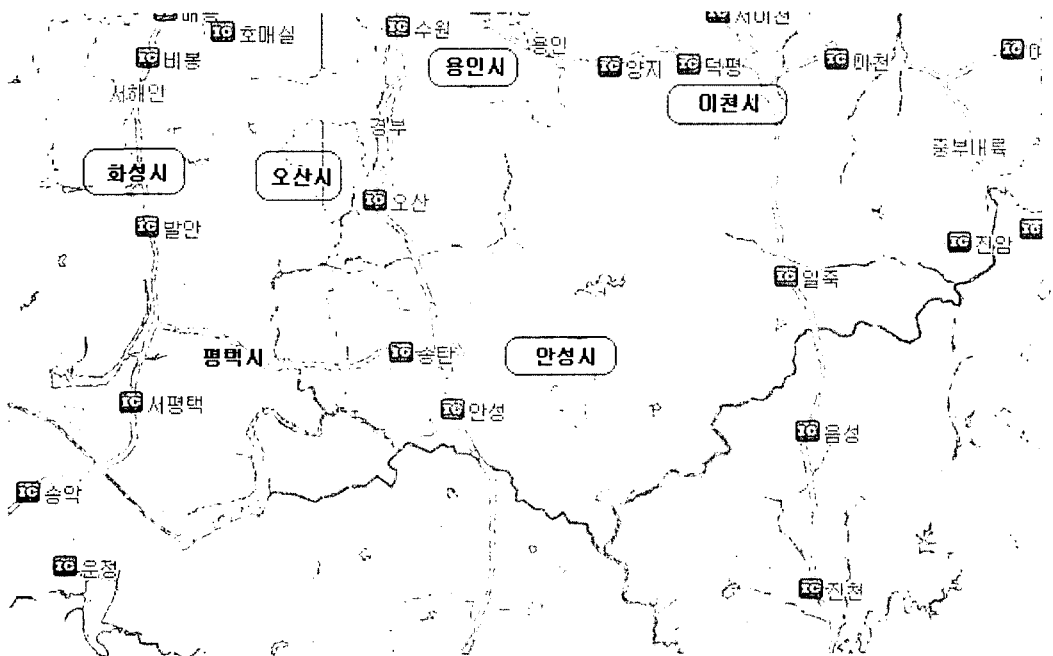
9. 순위 결정법

10. 최적 입지 선정 및 민감도 분석

각 단계별 수행시 고려해야 할 요소들 중에는 현실적으로 명확하게 정량화되지 못한 다든지 혹은 언어적인 애매한 표현으로 제시되는 경우가 많아 이를 정량화하기 위해 퍼지 이론을 적용하고자 한다. 또한 각 단계 중 유통단지 입지 선정에 필요한 단계를 이용하여 모형을 개발하고자 한다.

3.2.1 대상지역의 수집

종합유통단지의 입지를 선정하고자 할 때, 특정지역의 주변 여건을 고려하여 이미 단지 구성에 필요한 지역 요건을 만족시킨다는 가정 아래 대상 지역을 수집한다. 본 연구에서는 경기도 남부의 종합유통단지의 조성을 사례 연구로 하였으므로 남부 지역의 특정 도시를 대상으로 입지를 수집한다.



위 그림과 같이 경기도 남부 지역내에 용인시, 화성시, 오산시, 이천시, 안성시 등을 후

보지역으로 선택하여 종합유통단지 조성을 위한 최적 입지를 선정하고자 한다.

3.2.2 객관적 요소 척도 (Objective Factor Measure:OFM)의 평가

3.2.1에서 정의한 객관적 요소는 정량화시켜 계산되어야 함으로 일괄점수제를 이용한다. 일괄점수제란 각 요소 등의 정량화를 위해 10 만점을 기준으로 하고 5개의 후보 지역의 차이에 따라 10,8,6,4,2점으로 나누어 정량화시키는 방법이다. 이후 멤버십의 함수를 이용하기 위하여 대지구입비를 제외한 나머지 요소는 역수로 계산하는 방법을 이용하였다.

본 연구에서는 객관적 요소 척도를 다음과 같은 두가지 원칙에 근거하여 무차원 지수화하고자 한다.

가. 최소 점수를 갖는 후보 지역은 최대의 척도를 가져야 한다.

나. 각 부지의 구입비의 점수와 나머지 객관적 요소의 점수를 비교하여 그 크기 관계가 유지되어야 함으로 부지구입비를 제외한 객관적 요소의 점수는 역수로 계산해 사용하였다.

위에 원칙에 근거한 객관적 요소의 척도 OFM은 멤버십 함수를 이용하여 다음과 같은 방법으로 구한다. C_i^h 를 후보 지역 i 에서 h 번째 객관적 요소에 의해 발생하는 점수라고 하면 C_i 는 각 객관적 요소 점수합 즉, $C_i = \sum_{h \in H} C_i^h$ 로 i 지역에 종합유통단지를 건설할 때 나타나는 점수를 의미한다.

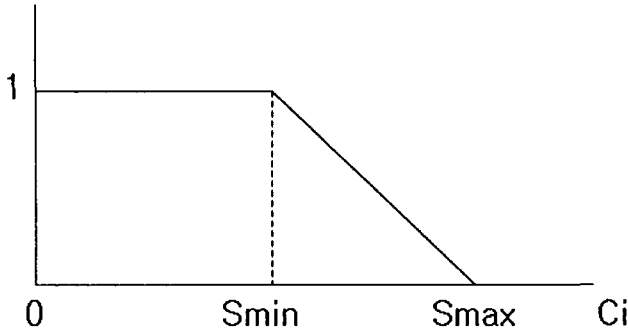
각 후보지역($i = 1, \dots, m$)에 대해 객관적 요소척도 OFM을 구하기 위해 본 연구에서는 다음과 같은 멤버십 함수를 이용한다. 종합유통단지 조성하기 위한 점수에 대한 멤버십 함수는 종합유통단지 입지 선정과 관련된 정책 당국자 또는 최고 의사결정자에 의해 예산상의 제약을 고려하여 설정된다. 소요 예산과 관련하여 정책 당국자가 사전적으로 고려하고 있는 두가지 Parameter 값을 정의하며 다음과 같다.

S_{\min} : 종합유통단지 조성 시 각 객관적 요소의 점수가 이 값 이하이면 100% 만족을 느끼는 값

S_{\max} : 종합유통단지 조성 시 각 객관적 요소의 점수가 이 값 이상이면 전혀 만족을 느끼지 못하는 값, 즉 유통단지 조성 시 할당할 수 있는 최대 허용 점수.

이 두 Parameter 값을 근거로 총 소요 비용에 대한 멤버십 함수는 다음 식(1)과 같이 선형으로 설정한다. [그림1]은 멤버십 함수의 그래프 형태를 보여 주고 있다.

$$\mu_0(S_i) = \begin{cases} 0 & \text{for } S_i \geq S_{\max} \\ 1 - \frac{S_i - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}} & \text{for } S_{\min} \leq S_i \leq S_{\max} \\ 1 & \text{for } S_i \leq S_{\min} \end{cases} \quad \mu_0(S_i) \quad (1)$$



[그림1] 점수합에 대한 멤버쉽 함수

3.2.3 주관적 요소 가중치(Subjective factor Weight : SFW)의 결정

주관적 요소 가중치는 입지 선정에 있어서 각 주관적 요소간의 상대적 중요도를 퍼지 이론을 이용하여 구해 준다. 즉, 전화국 입지와 관련된 다수의 전문가들에게 주관적 요소들간의 중요도를 얻기 위해 설문지를 통해 수, 우, 미, 양, 가의 5등급 척도에 따른 응답을 받는다. 물론 사전에 언어 변수의 값인 각 등급에 대한 멤버쉽 함수를 미리 정의해 두어야 한다. 본 연구에서는 각 등급에 대한 멤버쉽 함수를 Liang & Wang에서처럼 다음과 같이 정의하고자 한다.

등급 집합 $W = \{\text{수, 우, 미, 양, 가}\}$

수 : (0.7, 1, 1, 1)

$$\mu_W(x) = \frac{10}{3}x - \frac{7}{3} \quad 0.7 \leq x \leq 1$$

우 : (0.5, 0.7, 0.7, 1)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x - \frac{5}{2} & 0.5 \leq x \leq 0.7 \\ \frac{10}{3} - \frac{10x}{3} & 0.7 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

미 : (0.2, 0.5, 0.5, 0.8)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} \frac{10x}{3} - \frac{2}{3} & 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{8}{3} - \frac{10x}{3} & 0.5 \leq x \leq 0.8 \end{cases}$$

양 : (0, 0.3, 0.3, 0.5)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} \frac{10x}{3} & 0 \leq x \leq 0.3 \\ \frac{5}{2} - 5x & 0.3 \leq x \leq 0.8 \end{cases}$$

가 : (0, 0, 0, 0.3)

$$\mu_W(x) = 1 - \frac{10}{3}x \quad 0 \leq x \leq 0.3$$

언어치에 대한 멤버쉽 함수가 사전에 결정되고 전문가들의 응답 결과를 모두 수집하게 되면, 각 주관적 요소 j에 대한 가중치 SFW_j 는 다음과 같이 결정된다.

$$SFW_j = \frac{1}{p} \times (SFW_{j1} + SFW_{j2} + \dots + SFW_{jp})$$

$j = 1, 2, \dots, n$

여기서 $SFW_{jk}(k=1, 2, \dots, p)$ 는 주관적 요소 j에 대해 전문가 k가 느끼는 중요도의 값이며, n은 주관적 요소의 수이며, p는 응답한 전문가의 총 수이다.

3.2.4 후보 지역 가중치(Site Weight : SW)의 결정

후보지역 가중치는 각 후보 지역에 대해 각 주관적 요소들에 대한 상대적인 만족도를 측정하여 후보지역 가중치를 결정한다. 각 후보 지역에 대한 가중치는 앞서와 마찬가지로 동일한 p명의 전문가들로부터 n개의 주관적 요소들 각각에 대해 m개의 후보 지역들이 어느 정도 만족시키느냐에 대한 전문가 견해를 설문형태를 통해 구한다.

단, 후보 지역 가중치를 보다 자세히 구하기 위해 앞서와 달리 ‘수, 우, 미, 양, 가’의 5등급을 보다 세분화 시켜 ‘수, 수-우, 우, 우-미, 미, 미-양, 양, 양-가, 가’의 9등급으로 나누었다. 각 등급에 대한 멤버쉽 함수는 Liang & Wang에서처럼 다음과 같이 정의하고자 한다.

등급집합 $W = \{ \text{수, 수-우, 우, 우-미, 미, 미-양, 양, 양-가, 가} \}$

수 : (0.8, 1, 1, 1)

$$\mu_W(x) = 5x - 4 \quad 0.8 \leq x \leq 1$$

수-우 : (0.6, 0.8, 1, 1)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x - 3 & 0.6 \leq x \leq 0.8 \\ 1 & 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

우 : (0.6, 0.8, 0.8, 1)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x - 3 & 0.6 \leq x \leq 0.8 \\ 5 - 5x & 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

우-미 : (0.3, 0.5, 0.8, 1)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x - \frac{3}{2} & 0.3 \leq x \leq 0.5 \\ 1 & 0.5 \leq x \leq 0.8 \\ 5 - 5x & 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

미 : (0.3, 0.5, 0.5, 0.7)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x - \frac{3}{2} & 0.3 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{7}{2} - 5x & 0.5 \leq x \leq 0.7 \end{cases}$$

미-양 : (0, 0.2, 0.5, 0.7)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x & 0 \leq x \leq 0.2 \\ 1 & 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \frac{7}{2} - 5x & 0.5 \leq x \leq 0.7 \end{cases}$$

양 : (0, 0.2, 0.2, 0.4)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 5x & 0 \leq x \leq 0.2 \\ 2 - 5x & 0.2 \leq x \leq 0.4 \end{cases}$$

양-가 : (0, 0, 0.2, 0.4)

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x \leq 0.2 \\ 2 - 5x & 0.2 \leq x \leq 0.4 \end{cases}$$

가 : (0, 0, 0, 0.2)

$$\mu_W(x) = 1 - 5x \quad 0 \leq x \leq 0.3$$

이상과 같은 자료들이 모두 얻어졌다면 입지 후보 지역 i 에 대한 주관적 요소 j 의 가중치 SW_{ij} 는 다음과 같이 p 명의 전문가들이 응답한 값들의 평균으로 계산할 수 있다.

$$SW_{ij} = \frac{1}{p} \times (SW_{ij1} + SW_{ij2} + \dots + SW_{ijp})$$

$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$

여기서 SW_{ijk} 는 후보 지역 i 에 대해 주관족 요소 j 를 만족하는 정도를 전문가 k 가 응답한 값이다.

3.2.5 주관적 요소 척도(Subjective Factor Measure : SFM)의 평가

주관적 요소 척도란 각 후보 지역이 n 개의 주관적 요소 전체에 대한 총괄적인 만족 정도를 나타낸다. 3.2.4와 3.2.5에서 각각 주관적 요소 가중치 SFW 와 후보 지역 가중치 SW 가 결정되면, 각 후보 지역의 주관적 요소 척도 SFM 은 다음과 같은 퍼지 연산의 곱셈으로 계산된다.

$$SFM_i = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n (SW_{ij} \times SFW_j)$$

$I=1, \dots, m \quad (4)$

각 SW_{ij} 와 SFW_j 는 사다리꼴 퍼지수로 표현되어 있기 때문에 SFM_i 를 계산하기 위해 Zad 도의 확장 원칙에 의거하여 다음과 같이 근사적인 퍼지수로 구해낸다.

$$SFM_i \approx (Y_i, Q_i, R_i, Z_i), I=1, \dots, m. \quad (5)$$

SW_{ij} 와 SFW_j 가 각각 $SW_{ij}=(q_{ij}, o_{ij}, p_{ij}, r_{ij})$ 와 $SFW_j=(c_j, a_j, b_j, d_j)$ ($j=1, \dots, n$)로 표현될 때 Y_i, Q_i, R_i, Z_i 는 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} Y_i &= \frac{1}{n} \sum_j q_{ij} \times c_j, & i=1, \dots, m, \\ Q_i &= \frac{1}{n} \sum_j o_{ij} \times a_j, & i=1, \dots, m, \\ R_i &= \frac{1}{n} \sum_j p_{ij} \times b_j, & i=1, \dots, m, \\ Z_i &= \frac{1}{n} \sum_j r_{ij} \times d_j, & i=1, \dots, m, \end{aligned} \quad (6)$$

3.2.6 입지 척도 (Location Measure : LM)의 계산

각 후보 지역들에 대한 객관적 요소와 주관적 요소들에 대한 만족도는 OFM과 SFM에 의하여 결정되었다. 다음은 이 두 지수를 결합하여 각 후보 지역의 입지 척도를 산정해야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 객관적 요소 가중치 α 와 주관적 요소 가중치 $(1-\alpha)$ 를 정하는데, 여기서 α 는 객관적 요소가 의사결정에 미치는 상대적 중요도로 정의되며 0과 1사이의 값을 갖는다. 대체적으로 α 의 값은 통신정책이나 과거의 자료 또는 전문가의 자문을 업어 최고경영층급에서 결정을 한다. 예를 들어, $\alpha=1$ 이면 객관적 요소만을 고려하여 입지 선정을 위한 의사결정을 하는 것이며, $\alpha=0$ 이면 주관적 요소만을 고려한 의사결정이 된다. 따라서, α 가 주어지면 각 후보 지역의 입지 척도 LM_i 는 다음과 같이 계산된다.

$$LM_i = \alpha OFM_i + (1 - \alpha) SFM_i, \quad i=1, \dots, m, \quad (7)$$

3.2.7 순위 결정법 (Ranking Method)

앞 절에서 각 후보 지역별로 입지 척도 LM_i 가 계산되면, 이를 각 후보지역별로 비교하여 최적 입지를 선정해야하나, LM_i 가 사다리꼴 퍼지수로 표현되어 있기 때문에 직접적인 비교가 불가능하다. 따라서, 이에 대한 크기를 비교하기 위해서는 순위 결정법을 이용해야한다. 퍼지수의 크기 비교를 위한 순위 결정법에 관해서는 상당히 많은 연구가 진행되었다.(Jain 1977, Chen 1985, Kim & Park 1990 등)

그런데, Kim & Park의 방법의 특별한 경우 즉, 낙관적 추정치와 비관적 추정치에 동일 비중을 둔 것이 Chen의 방법이며, 또한 Jain의 방법은 낙관적 추정치만을 고려한 것이므로 본 연구에서는 Chen의 순위 결정법을 이용하도록 한다.

Chen의 방법을 이용하여 각 후보 지역의 i 의 입지 척도 LM_i 에 대한 순위값 (Ranking Value) U_i 를 다음과 같이 계산한다.

만일 $LM_i = (Y_i, Q_i, R_i, Z_i)$ 라 하면,

$$U_i = \frac{1}{2} \times \left[\frac{(Z_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min}) - (R_i - Z_i)} + 1 - \frac{(X_{\max} - Y_i)}{(X_{\max} - X_{\min}) + (Q_i - Y_i)} \right] \quad i=1, \dots, m, \quad (8)$$

여기서, $X_{\max} = \max\{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}, X_{\min} = \max\{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$ 이다.

4. 향후 연구 방향 및 결론

본 연구에서는 Chen의 방법을 적용하여 구한 각 후보지의 순위값들을 비교하여 이중 순위값이 가장 큰 후보 지역을 최적 입지로 선정한다. 우리의 모형을 이용하여 입

지 선정과 관련한 의사결정을 내리고자 할 경우에는 관련 자료들을 수집하는 외에 객관적 요소 가중치 α 를 반드시 결정해야한다. 실제적으로는 객관적 요소 가중치 α 의 값은 최고 의사결정자의 주관적인 판단에 따라 달라질 수 있으므로 α 값에 따라 최적 입지 선정 결과가 좌우된다고 할 수 있다. 왜냐하면, α 값의 변화에 따라 각 후보 지역의 입지 척도가 달라지고 결과적으로 순위값이 변하게 되기 때문이다. 따라서 서로 다른 α 의 여러 값들에 대해서 최적 입지 선정 결과가 어떻게 변화하는지를 알아보기 위한 민감도 분석은 최적 입지 선정을 위한 의사 결정에 도움을 줄 것이다.

아울러, 객관적 요소 비용들 중에 추정에 의한 모형에 반영된 비용들에 대해서도 민감도 분석을 수행하게 되면 의사결정에 상당히 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이러한 민감도 분석을 위한 절차를 프로그래밍화하여 실제 응용 효율적으로 이용할 수 있도록 하였다.

5. 참고 문헌

- [1] R.E. Bellman and L.A. Zade, "Decision making in a fuzzy environment, " Management Science 17 (1970) B141-B164
- [2] G. Liang and M. Wang, " A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection, " International Journal of Production Research 29 (1991) 2313-2330.
- [3] 통신시설사무소, 부산 통화권 장기선로망 계획, 대한 엔지니어링, 1988.
- [4] 한국통신 연구개발단, 선로시설 설계기준, 1990
- [5] L.F. McGinnis, " A survey of recent results for a class of facilities location problems, " AIIE Transactions 9 (1977) 11-18