

☒ 응용논문

단계적 절차를 이용한 산업기술연구단지 최적입지 결정 - 울산산업기술연구단지를 중심으로 -

- Site Selection of Ulsan Industrial Technology Research Park Using Stepwise Procedures -

김복만 *

Kim, Bok Man

최성운 **

Choi, Sung Woon

Abstract

This paper describes a study which was undertaken in Ulsan City. It attempted to develop stepwise procedures that would aid Ulsan City in making decision of primary importance: what is the optimal site location for establishing a new Industrial Technology Research Park for public development? The presented modeling procedures are an adaption of a number of exiting methods for the evaluation of industrial site potential. The procedures to determine the best site location can be divided into three phases :(i)defining the information necessary to compare potential sites, (ii) collecting the information for each site and (iii)evaluation potential sites utilizing the location model.

1. 서론

한국 공업화의 상징적 공업도시로 발전한 울산은 1962년 2월 정부의 특정공업지구 지정 이후 30여년간 국가 경제발전의 중추적인 역할을 수행해 왔다. 그러나 중화학공업에 편중된 공업단지 개발은 일부 업종의 비대성장과 타 공업의 입지 부진으로 업종과 규모의 불균형 등의 문제를 초래하여 바람직한 모습의 공업단지로 발전하지 못하였다.[2]

특히 울산공업단지의 주업종인 석유화학, 조선, 자동차, 비철금속 등의 공업은 성숙기에 접어들었거나 경쟁력이 뒤진 업종으로서 구조 조정이 불가피한 실정이다. 이를 위해 기존 공업의 경쟁력 향상과 새로운 첨단산업 창출을 위한 기술개발, 정부의 자금지원, 종합적인 중·장기 기술개발계획, 민간기업의 기술개발 능력 배양 등이 선결 과제라고 할 수 있으나 가장 중요한 방안은 지역내의 생산, 교육, 연구기능이 연계된 종합적인 연구개발체계를 구축하고 운영하여

* 울산대학교 수송시스템공학부 산업공학전공

** 경원대학교 산업공학과

기존산업을 고도화하고 새로운 첨단산업을 창출할 수 있는 산업기술연구단지 건설이라 할 수 있다. 이에 울산지역의 대학, 기업, 지방자치단체가 공동으로 총 3,880억원의 자본을 투자하여 8년간에 걸쳐 지역특화산업 중심의 연구시설과 연구체제를 갖춘 산업기술연구단지를 건설한 후에 규모와 기능을 확대 발전시켜 향후 산업기술연구단지를 중심으로 한 인구 5만명의 테크노폴리스(technopolis)건설을 구상하고 있다.[12] 산업기술연구단지는 기업체, 대학 및 연구소를 주축으로 구성되며 산업기술연구단지 내에 연구, 교육, 창업보육, 생산, 주거기능을 갖춘다. 특히 연구소에는 지역특화산업과 관련된 10개의 연구부(소) 설치를 계획하고 있다.[3,4]

본 연구는 이제까지 구상한 울산산업기술연구단지의 건설이 용이하고 운영이 효율적인 연구단지 최적입지를 선정하기 위하여 지금까지 제시된 각종 입지결정이론과 수법 그리고 연구단지에 관한 기존 연구결과를 이용하여 울산시 행정구역내에 연구단지의 계획 면적을 확보할 수 있는 지역을 탐색하여 입지후보지를 결정하고 입지결정에 영향을 미치는 입지요인으로 선정된 입지후보지에 대한 단계적 절차에 따라 수리적 모델을 분석, 평가하여 산업기술연구단지의 최적입지를 결정하였다. 본 연구에서 최종적으로 결정된 최적입지를 2016년 목표년도의 울산도시기본계획에 연구단지 지구로 지정하여 산업기술연구단지 건설을 추진하고 있다.[12]

2. 입지결정이론의 고찰

2.1 입지이론의 고찰

인간의 활동과 입지의 관계를 취급하는 분야를 입지결정이론이라고 하며 특히 생산활동을 위한 공업입지는 입지결정요인과 입지조건이 합리적으로 결합되는 최적입지원칙(Principle of optimum location)에 따라 결정되어진다.[15] 이와 같은 입지결정이론을 크게 구분하면 전통적 입지이론과 현대적 입지이론으로 대별할 수 있다.

전통적 입지론은 1909년 웨버(Alfred Weber)[17]에 의해 비용최소화 입지결정이론이 제기된 이후 학자에 따라 약간씩 변형된 이론체계를 제시하고 있으나 기본적으로는 이윤극대화를 위해 어떤 입지요인을 가장 중요하게 고려할 것인가를 분석하는 것이다. 전통적 입지론은 비용을 중시하는 최소비용이론과 시장지역을 중시하는 최대수요이론으로 구분되어 왔으나 1950년대 이후 비용과 수요를 모두 고려하는 종합화가 시도되었다.[17]

웨버(Alfred Weber)는 공간적 입지문제의 중요성을 인식하고 공업입지의 일반이론을 정립하였으며 완전경쟁시장이 존재한다는 가정 하에서 공간상의 비용을 최소로 할 수 있는 지점이 최대의 이윤을 가져다 주는 최적입지라고 정의하였다. 팔렌더(Tord Palender)[8]는 현실 사회의 운송비 증가율이 거리의 증가에 따라 체감하기 때문에 최소운송비지점이 입지 삼각형(location triangle)내부에 있지 않고 시장이나 원료산지에 있을 가능성이 크다고 하였고 후버(Hoover)[21]는 운송비구조를 현실에 맞게 수정하여 높은 하적비용(terminal cost)때문에 적환지점(break of bulk point)이 가장 유리한 입지가 되며 이때 중간지점이 공업발달이 유리하다는 점을 제시하였다. 로쉬(Losch)[18]는 최소비용의 관점을 부정하고 수요를 최대로 하는 지점이 최대이윤을 주는 최적입지라고 보았으며 공간상에서 수요를 고려하게 된다면 최소비용지점은 무의미하다고 말하고 시장지역분석을 통한 최대수요이론을 전개하였다. 그린허트(Greenhut)[25]는 비용인자와 수요인자를 동시에 이론에 고려하여 입지에 미치는 영향을 분석하였으며 또한 경험적 분석을 통해 이를 검증하였다.

아이사드(Isard)[29] 또한 최소비용원리와 최대수요원리를 종합하여 다른 경제원리, 즉 대체원리(substitution principle)를 적용시켜 입지의 일반이론을 세우려 노력하였다.

스미스(Smith)[20]는 자신의 이론인 공간이윤극대의 한계입지이론을 신고전적 결합(neo-classical synthesis)이라고 규정하고 최소비용과 최대수요의 접근을 통합하였다. 그는 고

전이론이 교통의 중요성과 최소비용 입지를 지나치게 강조했다고 비판하고 공업입지는 교통비뿐만 아니라 총비용(total cost)과 총수익(total revenue)간의 관계에 의해서 설명되어야 한다고 주장하였다.

현대적 입지론은 현실적으로 기업의 입지결정 행동을 관찰함으로써 입지결정요인이 무엇인가를 행태적으로 규명하는 것으로서 실용이나 수익 등 전통적 입지론에서의 입지결정요인 이외에도 기업의 조직, 산업의 발전, 개인적 선호도 등 기업 내외적 환경요인도 중요한 입지결정요인으로 선정되고 있다.

전통적 입지론에서는 이윤극대화라는 단일목표를 추구하여 입지를 결정하는 것으로 전제되고 있으나 현대적 입지론은 입지결정에 있어 어떤 단일한 요인을 강조하기 보다는 입지결정과정과 행위에 대한 경험적 연구를 통하여 결정요인을 규명하고 있으며 기업의 입지결정에 사전적 제약을 주지 않고 있으므로 전통적 입지론에서 무시했던 비용 및 수익 이외의 정성적 요인을 고려하므로 엄격한 경제적 의미에서는 최적이라고 할 수 없는 장소에 입지하게 되는 소위 준최적입지(suboptimal location)결정이 일반적으로 나타났는데 바로 이것을 이해하려는 노력이 행태적 접근의 시도라고 할 수 있다.

1960년대 이후에 행태적 접근방법에 의한 구체적인 입지결정의 많은 사례 중에서 1971년 타운로우(Townroe)[27]의 영국 제조업 입지결정 연구, 1974년 스태포드(Stafford)[23]에 의한 오하이오(Ohio)주 제조업체의 입지결정 연구, 국내의 사례연구는 1987년의 부산 제조업체의 입지결정에 관한 연구 등이 있다. 행태적 접근법을 최초로 제시한 프레드(Pred)[30]는 그의 모델은 입지결정에 관한 명백한 사실은 언어를 공식화한 것으로서 다양한 기업목표와 전략이나 기업조직의 영향을 고려하지 못했지만 전통적 입지론의 결정 이론적 관점에서 벗어나 확률론적으로 입지형태를 이해하고자 한 점에서 기여한 바가 크다. 행태적 접근법에 의한 기업의 입지결정 과정에 대한 대표적인 모델은 노스(North)모델[19]과 스태포드(Stafford)모델[23]이 있다.

기업이 최대이윤을 올릴 수 있는 최적입지 결정을 위한 기법들은 여러 가지 형태로 분류되어진다. 입지문제의 성격에 따라 분류하면 단일입지결정법(single facility)과 다수입지결정법(multiple facilities)으로 구분 할 수 있으며 단일입지 결정을 위한 기법에는 총비용비교법(total cost comparison), 입지손익분석법(location breakeven analysis), 요인평가법(factor rating system), Brown-Gibson법[26] 등이 있으며 다수의 입지 결정을 위한 기법은 수송계획법(transportation method), 시뮬레이션(simulation), 휴리스틱접근법(heuristic approach), 분기한계법(branch and bound fechnique), 동적계획법(static models), 목표계획법(goal programming) 등을 이용한 모델이 있으며 또 다른 형태의 분류는 기술적 특성에 따라 기하학적기법, 비용분석적기법, 시장분석적기법 등으로 분류할 수 있으며 기하학적기법에는 직선거리법(rectilinear distance), 유클리드법(Euclidean distance), Hiller절차법, Minimax법 등이 있으며 비용분석적기법에는 할당모형법(assignment method), 이산형설비입지법(discreteplant location technique), Gilmore-Lawler 절차법 등이 있고 시장분석적기법에는 포괄법(covering technique)이 가장 전형적인 기법이라고 할 수 있다.[9,14]

2.2 입지요인 분석의 고찰

입지에 영향을 미치는 성질 또는 상태를 입지조건(conditions of location)이라 하며 이는 자연적 조건과 사회적 조건으로 분류되어진다.[8]

입지요인(location factor)은 특정장소의 토지조건과 입지주체의 작용에서 오는 비용절약의 개념으로 입지요인에 특정의 개념 규정을 부여한 사람은 웨버(Alford Weber)이며 이후 솜바르트(S.Sombart), 베이그먼(H. Welgmann), 그린허트(M. L. Greemhit)등에 의해 여러가지 형태의 분류가 제시되었다.[9]

입지요인은 비용 또는 수익을 구체적으로 파악하여 계량화가 가능한 정량적 요인(quantitative factor)과 입지에 명확하게 영향을 미치고 있으나 비용 또는 수익의 파악이 불가능하여 추상적인 비용(intangible cost)으로 파악되어지는 정성적 요인(qualitative factor)이 있다.

전통적 입지론에서의 입지요인은 1차적인 입지결정 요인으로 평가되고 있는 수송비, 노동비, 집적이익 등에 대하여 공간적 비용의 차이를 갖는 토지, 자본, 노동, 원료, 동력, 시장 등 정량적 요인을 기준으로 입지가 결정되었으나 현대입지이론인 행태적 접근에 의한 입지결정에서는 정량적 요인 이외에 정성적 요인을 고려하고 있으며 이에 관한 연구는 1952년 카토나(Katona)[22]와 모건(Morgan)에 의해 이루어진 미시간주 제조업의 입지연구, 1971년 타운로우(Townroe)[27]에 의한 영국 제조업의 입지결정에 관한 연구, 1974년 스태포드(Stafford)에 의한 Ohio주 제조업체의 입지결정 연구 등의 사례 중심의 연구가 있다.

이와 같은 행태적 접근에 의한 연구에서 강조된 입지요인은 종래의 고전적 입지요인인 수송비, 노동비, 집적 등의 요인 이외에 현실적인 입지결정에 영향을 주는 개인적 요인, 공공정책요인, 정보요인, 하부조직요인, 국지적서비스요인, 생활·노동환경, 지방주민의 태도 등의 요인이 현실의 입지결정 요인으로 강조되고 있다.

가장 합리적인 생산활동 또는 가장 쾌적한 생활을 할 수 있는 최적입지의 선정은 입지요인(location factor)에 의하여 결정되어지며 일반적으로 전통적 입지이론에서는 경제적인 요소로서의 측면을 중요시하였고 행태적 접근에서는 비경제적인 요소로서의 각 요인들의 이용 가능성, 확보 용이성, 접근성, 시설의 구비 여부 등을 중요시하였다고 볼 수 있으나 입지 결정시에는 이 두 유형의 측면을 모두 고려하여야만 합리적인 입지 결정을 기대할 수 있는 것이다.

2.3 연구단지의 입지요인

첨단산업단지나 산업기술연구단지의 입지는 전통적 산업입지 요인에서 중요하게 다루어지던 도로, 항만, 용수, 원료 생산지 및 시장 접근성 등의 물리적 환경요인 보다는 정보, 기술, 인력 확보 등 기술적 하부구조에 더 크게 영향을 받는다. 이는 연구개발 기능과의 접근성, 고급기술인력의 확보, 관련공업의 집적 등이 입지결정에 매우 중요하기 때문이다. 첨단산업과 연구단지의 일반적인 입지조건은 다음과 같다.[16]

① 연구개발 기능으로의 접근성

각종 연구기관, 대학 등과 공동연구, 위탁연구, 정보자료의 공동이용, 연구인력의 상호교류 등 각종 형태의 연관을 가지고 있다. 이는 산업의 속성상 연구개발 기능과 제조 기능이 밀접한 관계가 있기 때문이다.

② 전문기술인력의 확보

첨단기술산업이나 연구단지에 있어서 인력 확보는 중요한 과제이며 물량 확보뿐만 아니라 고급전문기술인력의 확보가 매우 중요하다. 연구개발, 개발생산을 위하여 연구인력 및 고급전문기술인력의 확보가 필수적이며 생산기술, 품질경영을 위하여 기술 및 경영분야의 전문지식을 갖춘 인력도 필요하다.

③ 고속교통 및 통신수단의 확보

물적, 인적 이동에서 신속성 및 정시성이 크게 요구되기 때문에 공항, 고속도로, 고속철도 등 고속교통수단으로의 접근성이 매우 중요하다. 이와 함께 다양한 최신정보로의 접근을 가능케 하는 고도의 통신망으로의 양호한 접근이 요구된다.

④ 관련공업의 집적

관련공업의 집적은 연구결과의 생산기술 및 정보의 교류, 인력교류 및 확보 등의 측면에서 중요하다.

⑤ 대도시로의 접근성

대도시에 가까이 입지하는 것은 연구단지 근무자의 자녀교육기회 부여 및 다양한 도시문화 시설이용, 필요한 인재확보, 시장확보, 최신정보 입수등에 있어서 유리하다.

⑥ 쾌적한 환경

고급기술인력의 유치를 위해서도 최고수준의 생활환경이 필수적이다. 따라서 풍부한 녹지공간 확보에 의한 쾌적한 환경이 필요하며 주거, 교육, 문화, 여가, 복지 등의 도시기반시설에 있어서도 최고의 질을 요구한다.

3. 단계적 최적입지 결정 절차

3.1 입지요인의 평가방법

3.1.1 정성적 요인의 평가

입지결정의 기준이 되는 입지요인 중 비용의 산정이 불가능하여 주관적으로 평가할 수 밖에 없는 입지요인을 입지후보지 선택의 기준이 되는 필수적 요인(critical factor)과 입지후보지 평가의 기준이 되는 정성적 요인을 선정하여 입지후보지를 선택, 평가한다.

① 필수적 요인

필수적 요인은 특정지역이 입지에 부적당하다고 인정되는 인자로서 법적인 제약, 환경의 열악, 목적 부적합 등의 필수적 요인 중에서 한가지 이상 해당하는 지역은 입지에 부적당한 것으로 평가한다.

필수적 요인의 평가는 모든 필수적 요인 j 에 대하여 1 또는 0의 평점을 부여하고 탐색입지 i 가 필수적 요인 j 를 갖추고 있으면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 부여한다.

입지후보지 대상의 모든 탐색입지의 모든 필수적 요인의 평점 $CF_i=1$ 이면 입지후보지로 선정하고 $CF_i=0$ 이면 입지후보지에서 제외한다.

② 정성적 요인

입지결정을 위하여 입지요인 중에서 비용산정이 불가능한 개인적 요인, 지역민의 태도, 생활환경 등 정성적 요인의 평가는 각 요인의 중요성을 평가하기 위하여 선정된 모든 요인을 강제선택적 쌍비교법(forced choice pairwise comparison)으로 평가하여 중요도가 높은 요인은 1, 중요도가 낮은 요인은 0, 중요도가 같을 때는 두 요인 모두 1을 부여한다.

모든 쌍의 비교가 끝나면 각 요인의 선호점수의 합을 구하고 이것을 가중치 W_j ($0 \leq W_j \leq 1$)로 환산한다. 각 정성적 요인에 대한 모든 입지후보지를 쌍비교법으로 평가하여 입지평점 R_{ij} ($0 \leq R_{ij} \leq 1$)를 구한다.

각 요인의 가중치 W_j 와 각 입지후보의 입지평점 R_{ij} 가 결정되면 입지후보지 i 에 대한 정성적 요인평점 SF_i 를 계산한다.

$$SF_i = R_{i1}W_1 + R_{i2}W_2 + \dots + R_{in}W_n$$

$$= \sum_{j=1}^n R_{ij}W_j, \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

정성적 요인평점 SF_i 가 큰 입지후보지가 최적입지의 결정에 유리하다.

3.1.2 정량적 요인의 평가

입지요인 중에서 노동력, 원재료, 수송비, 공익사업(utilities), 지가, 세금 등 비용 산정이 가능하여 주관적으로 평가할 수 있는 정량적 요인으로 각 요인에 대한 입지후보지의 비용을 산정

하여 총비용 $TC_i = \sum_{j=1}^m C_{ij}$ 를 계산하고 입지보지 i 에 대한 정량적요인 평점 OF_i 를 계산한다.

$OF_i = \left[TC_i \cdot \sum_{j=1}^m \frac{1}{TC_j} \right]^{-1}$ 정량적 요인평점 OF_i 가 최대인 입지후보지가 최적입지의 결정에 유리하다.

3.1.3 입지요인의 종합평가

탐색입지에 대한 필수적 요인 평가로 입지후보지가 선정되고, 선정된 입지후보지에 대한 정성적 요인 평가와 정량적 요인 평가가 끝나면 모든 입지요인을 결합하여 각 입지후보지에 대한 종합적인 입지 평가를 위하여 입지선정척도(location preference measure) LM_i 를 다음 순서에 따라 계산한다.

첫째, 정량적 요인과 정성적 요인의 상대적 중요도를 나타내는 가중치인 요인결정계수(factor decision weight) $K(0 \leq K \leq 1)$ 와 $(1-K)$ 를 관계자 회의에서 논의하거나 델파이법을 적용하여 결정한다.

둘째, 입지후보지 i 에 대한 필수적 요인 평점 CF_i , 정성적 요인 평점 SF_i 와 정량적 요인 평점 OF_i 으로 입지선정척도 LM_i 를 계산한다.

$$LM_i = CF_i [K \cdot OF_i + (1-K) \cdot SF_i]$$

셋째, 최대 선정척도 LM_i 를 가진 입지후보지를 최적입지로 결정한다.

3.2 단계적 최적입지 결정 절차

본 연구에서 체계화한 단계적 입지 결정은 4단계로 구성되며, 입지 결정은 그림 1과 같이 각 단계별로 순차적으로 진행한다.[5]

1단계에서는 지역내 대상입지를 탐색하여 필수적 요인으로 평가하여 입지후보지를 결정한다.

2단계에서는 입지후보지 평가 기준이 되는 정성적 요인과 정량적 요인을 선정하고, 정성적 요인은 각 요인별 j 가중치 W_j 를 결정한 후 각 후보지별 입지평점 R_{ij} 를 구하고 각 입지후보지에 대한 정성적 요인 평점 SF_i 를 구한다. 선정된 정량적 요인에 대한 입지후보지의 일정기간 동안의 비용 C_{ij} 를 각각 산정한 후 각 입지후보지의 총비용 TC_{ij} 를 계산하여 각 입지후보지에 대한 정량적 요인 평점 OF_i 를 구하는 것으로 2단계 입지요인의 선정과 각 요인에 대한 평가는 완료된다.

3단계는 1, 2단계의 평가 결과를 종합평가하는 단계로서 정량적 요인과 정성적 요인의 상대적 중요도를 나타내는 요인결정계수 $K(0 \leq K \leq 1)$, $(1-K)$ 를 결정하여 각 입지후보지의 선정척도 LM_i 를 계산, 평가한다.

4단계에서는 3단계의 종합적인 평가 결과인 입지선정척도 LM_i 를 기초로 최적입지를 결정하고 결정된 입지의 적합 여부를 검토한 후 확정함으로써 최적입지의 결정은 마무리된다.

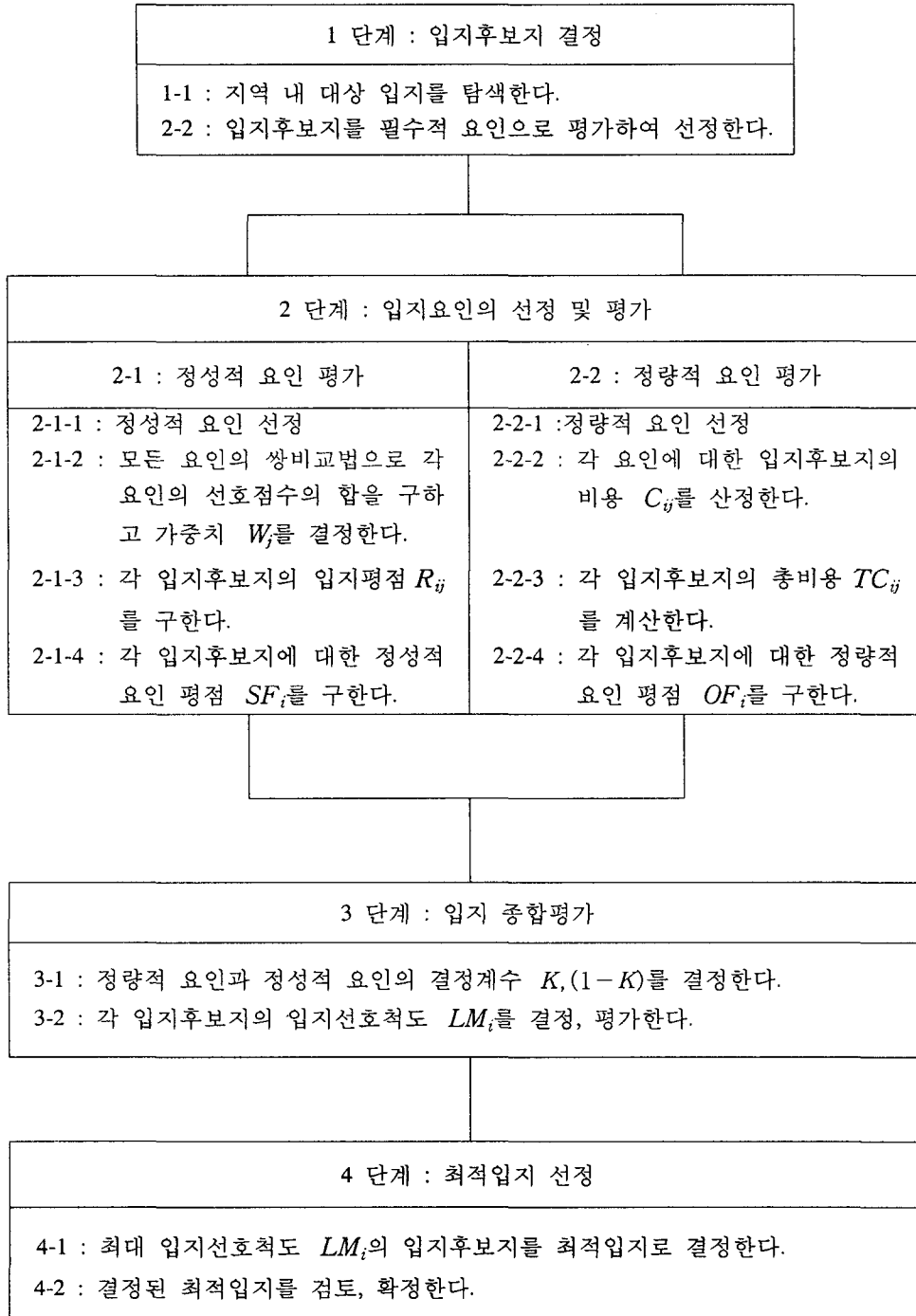


그림 1. 단계적 최적입지 결정 절차

4. 울산산업기술연구단지 최적입지 결정

4.1 산업기술연구단지 입지후보지의 결정

4.1.1 연구단지 입지후보지의 탐색

단계적 입지 결정의 첫번째 단계로서 입지후보지 대상지역을 탐색한다. 생산활동이나 주거 생활에 필요한 입지를 선정할 때 입지결정자는 이상적인 입지를 선정하기 위하여 여러 지역을 탐색하여 입지후보지 대상지역을 비교 검토한 후 입지후보지를 선정한다. 울산산업기술연구단지 입지 결정을 위한 입지후보지 탐색은 울산시 행정구역 전역을 대상으로 도·시의원, 관계공무원, 전문가, 상공인, 지역주민의 의견을 수렴하고 도시계획·개발에 관한 보고서와 연구단지 개발 관련 각종 보고서를 기초로 입지후보지 가능 지역을 선정하여 현지답사를 통해 확인한 결과 연구단지 입지후보지는 북구의 농소(Ⅰ), 울주군의 두동(Ⅱ), 청량(Ⅲ), 온산(Ⅳ) 등 4개 지역을 연구단지 입지후보지로 선정하였다.

4.1.2 연구단지 입지요인 선정

연구단지 입지후보지 평가를 위한 입지요인의 선정은 연구단지와 첨단산업단지의 모든 입지요인들 중에서 울산산업기술연구단지 건설에 미치는 영향과 입지후보지의 현상을 충분히 고려하여 표 1과 같이 필수적 요인으로는 개발제한구역(GB), 수원보호구역, 공업지역, 공원지역, 개발불능지역 등 5개 요인, 정성적 요인은 대학·연구기관 인접, 생산시설 인접, 교통 편이성, 용지확보 용이성, 도심지 인접, 자연환경 쾌적성 등 6개 요인, 정량적 요인은 지가, 토목공사비 등 2개 요인을 산업기술연구단지 입지요인으로 선정하였다.

표 1. 연구단지 주요 입지요인

요인구분	주요 입지요인
필수적 요인	1. 개발제한(GB)구역 2. 수원보호구역 3. 공업지역 4. 공원지역 5. 개발불능지역
정성적 요인	1. 대학·연구기관 인접 2. 생산시설 인접 3. 교통 편이성 4. 부지확보 용이성 5. 도심지 인접 6. 자연환경 쾌적성
정량적 요인	1. 지가 2. 토목공사비

4.1.3 연구단지 입지후보지의 적합성 검토

연구단지 입지후보지로 선정된 4개 지역 (i)에 대한 입지후보지로서의 적합여부는 5가지 필수적 입지요인 (j)으로 각각 평가하여 연구단지로 적합하면 1, 부적합하면 0의 평점을 부여하여 연구단지 입지후보지 (i)의 총평점 $CF_i = \prod_{j=1}^5 CF_{ij}$ 가 1이면 모든 필수적 요인을 만족시키므로 연구단지 입지후보지로 적합한 것으로 판정하며, 0이면 입지후보지로서 적합하지 않으므로 평가 대상 입지후보지에서 제외한다.

표 2. 필수적 요인에 의한 후보지 적합성 검토

후보지 i \ 요인 j		요인 j					CF _i
		개발제한	수자원보호	공업지역	공원지역	개발불능	
농 소	I	1	1	1	1	1	1
두 동	II	1	1	1	1	1	1
청 량	III	1(0)	1	1	1	1	1(0)
온 산	IV	1	1	1	1	1	1

울산산업기술연구단지 입지 결정에서는 주요 필수적 요인인 개발제한구역(GB)은 현행 개발제한구역관계법의 규제완화로 산업기술연구단지 조성이 가능한 경우와 그렇지 못한 경우에 대하여 각각 평가한다.

입지후보지의 적합성검토 결과 개발제한구역의 규제가 완화될 경우 4개 지역 모두 $CF_i = 1$ 이므로 후보지로서 적합한 것으로 판정되나 그렇지 못할 경우 II 후보지는 $CF_i = 0$ 이므로 후보지에서 제외되며, I 후보지도 일부 개발제한구역에 대한 부분적인 지역조정이 필요하다.

그러나 본 울산산업기술연구단지 입지 결정에서는 개발제한구역의 규제 완화를 전제로 평가한 후 최종단계인 최적입지 결정 과정에서 정책적으로 판정해야하므로 4개 지역을 평가 대상 입지후보지로 선정하였다.

4.2 연구단지입지요인 선정 및 평가

4.2.1 정성적 요인

① 입지요인의 가중치 W_j 계산

최적입지 결정의 2단계로서 정성적 요인과 정량적 요인을 선정하고 각 입지후보지를 평가한다. 입지후보지 평가를 위한 입지요인 중 비용산정이 어렵거나 불가능하여 주관적 판단으로 평가해야 하는 정성적 요인은 표 3의 대학·연구기관 인접, 생산시설 인접, 교통 편이성, 부지 확보 용이성, 도심지 인접, 자연환경 쾌적성 등 6개 요인을 입지 평가를 위한 정성적 요인으로 선정하여 각 정성적 요인의 중요도를 평가하기 위하여 이들 각 요인을 쌍비교하여 가중치 W_j 를 산정한다.

각 입지요인에 대한 중요도 평가 결과 부지확보 용이성 F_4 의 가중치 W_4 가 0.26으로 가장 크며, 대학·연구기관 인접 F_1 의 가중치 W_1 는 0.211 그리고 생산시설 인접 F_2 와 교통 편이성 F_3 의 가중치 W_2 는 0.17과 $W_3 = 0.17$ 이며, 자연환경 쾌적성 F_6 의 가중치 $W_6 = 0.15$ 의 순으로 가중치의 중요도가 평가되었다.

표 3. 중요 입지요인의 가중치 W_j 산정

요 인 j		요 인 쌍 비 교	중요도합	가중치 W_j
대학·연구기관 인접	F_1	1 1 0 1 1	4	0.211
생산시설 인접	F_2	1 0 0 1 1	3	0.158
교통 편이성	F_3	0 1 0 1 1	3	0.158
부지확보 용이성	F_4	1 1 1 1 1	5	0.263
도심지 인접	F_5	0 1 0 0 1	2	0.105
자연환경 쾌적성	F_6	0 1 0 0 1	2	0.105
계			19	1.000

② 연구단지입지 후보지의 평점 R_{ij} 결정

6가지 정성적 요인에 대한 연구단지 후보지를 쌍비교 평가하여 각 입지후보지의 평점 R_{ij} 를 구한다.

표 4. 연구단지 후보지의 정성적 요인 평점 R_{ij}

요인 j / 후보지 i	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
I	0.250	0.286	0.500	0.142	0.375	0.250
II	0.125	0.000	0.313	0.000	0.000	0.395
III	0.250	0.286	0.000	0.429	0.375	0.250
IV	0.375	0.428	0.167	0.429	0.250	0.125
W_j	0.211	0.158	0.158	0.263	0.105	0.105

③ 정성적 요인 평점 SF_i 계산

각 입지후보지에 대한 정성적 입지요인의 평점 SF_i 를 계산한다.

$$SF_i = R_{i1}W_1 + R_{i2}W_2 + \dots + R_{in}W_n = \sum_{j=1}^n R_{ij}W_j$$

$$I ; SF_1 = \sum_{j=1}^6 R_{1j}W_j = 0.280$$

$$II ; SF_2 = \sum_{j=1}^6 R_{2j}W_j = 0.117$$

$$III ; SF_3 = \sum_{j=1}^6 R_{3j}W_j = 0.276$$

$$IV ; SF_4 = \sum_{j=1}^6 R_{4j}W_j = 0.325$$

연구단지 입지후보지에 대한 정성적 요인의 평가에서 입지후보지 IV지역이 평점 $SF_4=0.325$ 로 가장 유리한 것으로 평가되었으며 다음으로 I, III, II지역순으로 평가되었다.

4.2.2 정량적 요인 평가

① 연구단지입지 후보지의 총비용 TC_{ij} 계산

입지 평가를 위한 정량적 요인 중 연구단지 입지요인으로 선정된 지가와 토목공사비에 대한 각 입지 후보지의 정량적 요인의 비용 C_{ij} 를 산정하여 총비용 $TC_{ij} = \sum_{j=1}^n C_{ij}$ 를 구한다.

울산산업기술연구단지 입지 결정을 위한 입지 평가에서는 정량적 요인에 대한 각 입지후보지의 지가는 해당지역의 1995년도 지목별 공시지가의 최대, 최소의 지가로 계산한 평균치를 기준으로 평균지가가 최고인 입지후보지를 100으로 하여 타 입지후보지의 지가 C_{i1} 를 환산하였다.

토목공사비는 지형과 지질을 고려하여 추산한 단위면적당 공사비가 최대인 입지후보지를 100으로하여 타 입지후보지의 토목공사비 C_{i2} 를 환산하였다.

표 5. 정량적 요인의 환산비용 C_{ij}

후 보 지 i	지가 C_{i1}	토목공사비 C_{i2}	총비용 TC_{ij}
I	100	80	180
II	70	70	140
III	20	100	120
IV	40	70	110

정량적 요인인 지가의 환산치는 I 지역이 가장 높으며 다음으로 II, IV, III지역 순으로 나타났으며, 연구단지 조성 토목공사비의 환산치는 III, I 지역 순으로 나타났으며, II, IV지역은 같은 토목공사비가 소요되는 것으로 추산되었다.

② 정량적 요인 평점 OF_i 계산

산업기술연구단지 후보지에 대한 지가와 토목공사비의 환산비용 TC_{ij} 로 정량적 요인의 평점

$$OF_i = \left[TC_i \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{TC_i} \right]^{-1} \text{ 를 계산한다.}$$

$$I ; OF_1 = \left[TC_1 \cdot \sum_{j=1}^4 \frac{1}{TC_1} \right]^{-1} = 0.184$$

$$II ; OF_2 = \left[TC_2 \cdot \sum_{j=1}^4 \frac{1}{TC_2} \right]^{-1} = 0.237$$

$$III ; OF_3 = \left[TC_3 \cdot \sum_{j=1}^4 \frac{1}{TC_3} \right]^{-1} = 0.277$$

$$IV ; OF_4 = \left[TC_4 \cdot \sum_{j=1}^4 \frac{1}{TC_4} \right]^{-1} = 0.302$$

이상의 산업기술연구단지 입지후보지에 대한 정량적 요인 평점 OF_i 의 계산 결과 입지후보지 중에서 IV지역이 $OF_4 = 0.302$ 로 가장 유리한 것으로 판정된다.

4.3 입지요인의 종합평가

선정된 입지요인에 대한 필수적 요인과 정량적 요인 그리고 정성적 요인의 평가 결과를 바탕으로 각 입지후보지에 대하여 종합적 입지평가를 한다.

4.3.1 입지요인의 결정계수 K 결정

정량적 요인과 정성적 요인의 상대적 중요도를 나타내는 가중치인 정량적 요인의 결정계수 $K(0 \leq K \leq 1)$ 와 정성적 요인의 결정계수 $(1-K)$ 를 주어진 상황을 고려하여 결정한다.

종래의 주관적 평가기준인 정량적 요인을 중시한 평가 시에는 정성적 요인의 중요도는 무시되었으나 최근에 와서 정성적 요인의 비중이 점차적으로 증가하여 주요시설이나 고급시설의 입지결정에서 정량적 요인의 비중이 오히려 낮게 평가되거나 무시되는 경우도 있다.

울산산업기술연구단지의 입지결정을 위한 종합평가에서는 정량적 요인의 결정계수 $K=0.25, 0.5, 0.75$ 의 세 가지 경우에 대하여 각각 평가한다.

4.3.2 입지선정척도 LM_i 결정

연구단지 입지요인을 선정하여 각 입지요인별로 평가한 결과 입지후보지 i 에 대한 필수적 요인의 평점 CF_i 와 정성적 요인의 평점 SF_i 그리고 정량적 요인의 평점 OF_i 가 산출되었다.

표 6. 연구단지 후보지별 입지요인 평점

후 보 지 i	CF_i	SF_i	OF_i
I	1.000	0.280	0.184
II	1.000	0.117	0.237
III	1.000	0.276	0.277
IV	1.000	0.325	0.304
계	-	1.000	1.000

각 입지요인 평점을 종합한 연구단지 입지선정척도 LM_i 를 각 입지후보지별로 계산한다.

$$LM_i = CF_i [K \cdot OF_i + (1-K) \cdot SF_i]$$

정성적 요인과 정량적 요인의 결정계수 K 와 $(1-K)$ 의 3가지 경우에 대하여 계산된 입지선정척도 LM_i 에 의해 최적입지가 결정된다.

표 7. 연구단지 입지선정 척도 LM_i

후보지 i	K				
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
I	0.280	0.256	0.232	0.208	0.184
II	0.117	0.147	0.177	0.207	0.237
III	0.276	0.276	0.277	0.277	0.277
IV	0.326	0.319	0.314	0.308	0.302
계	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

4.4 산업기술연구단지 최적입지 결정

4.4.1 연구단지 입지평가

연구단지 최적입지 결정은 입지종합평가 기준인 입지선정척도 LM_i 가 최대치인 연구단지 입지후보지 i 를 최적입지로 결정한다.

울산산업기술연구단지 입지의 결정을 위한 입지후보지 평가는 지정된 정량적 요인의 결정계수 K 에 따라 산정된 각 입지후보지의 입지선정척도 LM_i 에 의해 연구단지의 최적입지가 결정된다.

각 입지후보지에 대한 입지선정의 평가 결과를 요약 정리하면 다음과 같다.

- ① 후보지 I 지역은 정량적 요인인 지가가 타후보지에 비해 고가이므로 결정계수 K 의 증가에 따라 입지평가가 불리해 진다.
- ② 후보지 II 지역은 정량적 요인이 타지역에 비해 불리하며 타지역에 비하여 불리한 조건이므로 정량적 요인에 비중을 크게 할수록 평가 결과는 유리해 진다.
- ③ 후보지 III 지역은 저렴한 지가와 부지확보의 용이성은 매우 유리하나 교통 편이성에서 불리하며 그 외 다른 정성적 요인들은 평균수준으로 결정계수 K 의 변화에 큰 변화가 없으며 대체적으로 만족스럽게 평가된다.
- ④ 후보지 IV 지역은 지가와 토목공사비로 추정한 정량적 요인에서 가장 유리하게 평가될 뿐만 아니라 교통 편이성, 자연환경 쾌적성 이외에 다른 정성적 요인이 유리하게 평가되어 전체적으로 가장 만족스러운 입지후보지로 평가된다.

4.4.2 연구단지 최적입지 결정

울산산업기술연구단지의 입지는 정량적 요인의 결정계수 K 의 변화에 관계없이 입지후보지 평가 결과 결정된 최적입지는 변하지 않는 것으로 밝혀졌다.

입지후보지 평가를 전체적으로 볼 때 입지후보지 온산(IV)지역의 입지선정척도 LM_4 0.305~0.325로 연구단지 입지로서 가장 유리하게 평가되었으며, 다음으로 유리하게 평가된 입지후보지는 입지선정척도 LM_3 0.267~0.277인 청량(III)지역 그리고 입지후보지 농소(I)지역과 두동(II)지역은 입지결정계수 $K=0.750$ 이하에서는 농소(I)지역이 유리한 것으로 평가되었으며 $K=0.750$ 이상일 때는 두동(II)지역이 유리하게 평가되었다.

표 8. 최적입지 결정 후보지 순위

구 분 순 위	상 황 I		상 황 II	
	$0 \leq k \leq 0.75$	$0.75 \leq k \leq 1$	$0 \leq K \leq 0.75$	$0.75 \leq K \leq 1$
1	온산(IV)	온산(IV)	온산(IV)	온산(IV)
2	농소(I)	두동(II)	청량(III)	청량(III)
3	두동(II)	농소(I)	농소(I)	두동(II)
4	-	-	두동(II)	농소(I)

연구단지 입지후보지 중에서 청량(III)지역은 개발제한구역(GB)이므로 현행 개발제한구역에 관한 관계법률의 규제상 산업기술연구단지 건설이 불가능한 입지후보지이므로 표 8의 상황 I에서와 같이 연구단지입지 평가대상에서 제외하고 나머지 3개 지역 입지후보지에서 최적입지

를 선정해야 한다.

표 8의 상황 II인 경우 입지후보자 개발제한구역에 산업기술연구단지 건설이 가능하도록 산업입지 및 개발에 관한 법률이 개정되면 청량(III)지역을 포함한 4개 지역 입지후보지에서 최적입지를 결정해야 한다.

본 연구 결과를 종합평가하면 현재의 모든 여건 하에서는 IV지역인 울주군 온산읍 삼평리 일대를 울산산업기술연구단지의 입지로 결정하는 것이 가장 바람직하다.

그러나 현행 산업입지 및 개발에 관한 법률의 개정으로 산업기술연구단지 건설에 관한 규제가 완화되거나, 정부의 특별정책사업으로 연구단지 건설사업을 추진할 경우에는 연구단지 본 연구에서 최적입지로 결정된 온산(IV)지역이 아닌 울산시 행정구역내의 타지역에 울산산업기술연구단지의 입지를 지정하는 것도 배제할 수 없는 현실이다.

5. 결 론

오늘날 세계 각국은 자국산업의 국제경쟁력 강화를 위해 지식집약형 첨단산업의 개발과 육성에 총력을 기울이고 있다. 이를 위해 각국에서는 산업구조의 고도화, 첨단화를 위해 연구개발에 인적, 물적 자원을 집중적으로 투자하고 있다. 우리나라도 선진공업국으로 진입하기 위해서는 기존산업의 지속적인 발전을 위한 고도생산기술과 첨단기술산업의 개발을 바탕으로 첨단산업을 육성, 발전시켜 산업구조를 선진국형으로 전환해야한다. 특히 우리나라의 산업발전 전망이나 연구단지 건설에 대한 선진국의 추진과정을 감안해보면 연구단지 건설은 산업육성 최우선정책으로 추진되어야 한다.

연구단지 건설은 이러한 국가적 필요성에 의해 정부에서는 1980년대 말부터 국내산업의 국제경쟁력 강화를 위한 첨단기술산업의 개발, 육성을 위하여 지방 여러 도시에 첨단산업연구단지의 건설 계획을 수립하였다. 그러나 이러한 계획은 중앙정부의 재정부담 과다, 산업집적도를 무시한 입지지정으로 기존산업의 지속적 발전 저해, 확실적인 연구단지 형태로 특수성 상실, 지방도시의 연구개발여건 미성숙 등의 문제로 연구단지 건설이 제대로 추진되지 못하고 있다.

앞으로 연구단지 건설에 중앙정부의 재정투자를 기대하기 어려운 실정에 처해있으므로 기존산업의 고도화를 통한 지역특화산업의 지속적 발전과 새로운 첨단산업의 창출과 육성을 위한 산업기술연구단지는 지방정부, 지역산업체, 지역대학의 협동에 의한 건설이 적절할 것으로 판단된다.

국내외 연구단지의 개발 사례를 살펴보면 성공적인 연구단지 건설이 매우 어렵다는 것을 알 수 있다. 따라서 연구단지의 계획단계에서부터 철저한 검토와 건설 착수 이전에 충분한 기간 동안 연구단지 건설 여건조성을 위한 노력이 필요하다.

본 연구는 울산이 새로운 차원의 공업단지로 발전할 수 있는 고도, 첨단화된 공업구조를 구축하고 나아가서는 우리나라의 산업발전에 기여할 수 있는 울산산업기술연구단지 건설을 위한 최적입지 결정에 대하여 연구하였다.

연구 결과 울산산업기술연구단지가 건설될 입지는 울산시 행정구역내에서 탐색한 농소, 두동, 청량, 온산 등 4개 지역의 입지후보지를 최적입지 결정절차에 따라 분석, 평가한 결과 현재 산업기술연구단지로서 갖추어야 할 조건 하에서는 울주군 온산지역이 최적입지로 평가되었다.

2016년을 목표년도로한 울산도시기본계획에 본 연구에서 최적입지로 결정한 울주군 온산지역 816천평을 산업기술연구단지 지구로 지정하여 연구단지 건설을 추진하고 있다.

지금까지 연구해온 울산산업기술연구단지 건설계획은 산·학·관 협동에 의한 새로운 형태의 연구단지 건설방안으로 이미 중앙정부에서 계획된 타지역의 연구단지 건설보다 실현 가능성이 매우 높을 것으로 평가되고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 과학기술처, 과학 및 산업기술발전 기본계획, 과학기술처, 1990.
- [2] 김복만 외 3명, 울산지역 산업의 발전방향, 울산상공회의소, pp.9-11, 1994.
- [3] 김복만, 산학관에 의한 울산산업기술연구단지 건설구상, 경남개발연구원, pp.3-10, 1995.
- [4] 김복만, 산업기술연구단지 조성전략에 관한 연구, 한국창조성공학회 12, 1, pp.87-95, 1990.
- [5] 김복만, 단계적 최적입지 결정방법에 관한 연구, 한국공업경영학회지 17, 30, pp.11-21, 1994.
- [6] 김원주, 기술도시건설의 방향, 대한상공회의소 한국경제연구센터, pp.132-139, 1987.
- [7] 김원(역), 첨단과학 연구도시, Silicon Valley, 박인사, 1989.
- [8] 유창성, 공업입지론, 형설출판사, pp.11-12, 1982.
- [9] 백종현, 입지의사결정론, 삼영사, pp.12-20, 1984.
- [10] 삼성경제연구소, 국내산업구조의 변화전망, 삼성경제연구소, 1989.
- [11] 울산상공회의소, 2000년대 공업도시 울산, 울산상공회의소, pp.328-338, 1990.
- [12] 울산시, 울산 도시기본계획, 울산시, pp.269-277, 1997.
- [13] 이회주, 한국공업의 의사결정에 관한 연구, 지리학회, 제 9호, pp.41-58, 1982.
- [14] 임석현, 생산·운영관리, 삼영사, pp.151-188, 1990.
- [15] 임영대, 도시공업의 공간배치와 입지변동, 부산·조양, pp.54-70, 1987.
- [16] 장수영, 첨단기술개발과 첨단과학산업연구단지 조성, 한국과학재단, pp.85-89, 1990.
- [17] KIET, 기업의 입지결정요인 분석, 산업연구원, pp.3-6, 1989.
- [18] Losch. A., The Economics of Location, New Haven : Yale Univ. Press, 1954.
- [19] North. D. J., The Process of Locational Change in Different Manufacturing Organization, Spatial Perspectives on Industrial Organization Decision making, ed. John Wiley & Sons, pp. 213-244, 1974.
- [20] Smith. D. M., "A Theoretical Framework for Geographical Studies of Industrial Location, Economic Geography, Vol. 42. pp.95-113, 1966.
- [21] Hoover. E., Location Theory and the Shoe and Leather Industries, Harvard Univ. Press, 1937.
- [22] Katona. G., and Morgan. J., "The Quantitative Study of Factor Determining Business Decision, Quarterly Journal of Economics", Vol 66, pp.67~90, 1952.
- [23] Stafford. H. A., The Anatomy of the Location Decision : Content Analysis of Case Studies, John Wiley & Sons, pp.169~177, 1974.
- [24] Stafford. H. A., The Geography of Manufacturers, Progress in Geography, Vol. 4, pp.181-215, 1972.
- [25] Greenhut, M. I. Plant Location in Theory and in Practice : The Economics of Space : Univ. of North Carolina Press, pp.130-132, 1956.
- [26] Brown. P. A., Gibson. D. F., Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem, ALLE Transaction 4, pp.1-10, 1972.
- [27] Townroe. P. M., Industrial Location Decisions-A Study in Management Behaviour, Center for Urban and Regional Studies, pp.121-123, 1971.
- [28] Levitt. R. L., Research Prak and Other Ventures, The University/Real Estate Connection Urban Land Institue, Washintion. D.C. 1986.
- [29] Isard W., Location and Space Economy : MIT Press, 1956.
- [30] Pred. A. R, Behavior and Location Part 1 : Lund Studies in Geography 27, Lund Univ, 1967.