

퍼지-계층화 분석법을 적용한 서울시의 쾌적성(Amenity) 평가체계 구축을 위한 가중치 도출*

조 승 국** · 이 주 석***

Development of the Attributes and Their Weights for Evaluation of Amenity of Seoul by Applying Fuzzy-AHP*

Seung-Kuk Cho** · Joo-Suk Lee***

요약 : 본 논문은 서울시의 쾌적성 평가항목을 선정하고 각 평가항목의 가중치를 구함으로써 서울 지역의 쾌적성과 관련된 정책의 효과를 정량적으로 평가할 수 있는 기초 자료를 제공하고 정책수립의 객관적인 방향을 제시하고자 한다. 이를 위하여 본 연구는 기존의 계층화 분석법과 퍼지이론을 결합한 퍼지-계층화 분석법을 적용한다. 퍼지-계층화 분석법은 수치적인 표현으로 구분할 수 없는 의사결정자의 응답에 대한 모호성을 반영할 수 있는 장점이 있다. 연구결과, 주요평가항목의 경우 깨끗함과 조용함, 자연과의 접촉, 도시적 편리성, 아름다움과 여유, 도시문화의 풍부함 순으로 가중치가 높았다. 또한 세부평가항목의 경우 깨끗함과 조용함에서는 공기의 청결도, 자연과의 접촉에서는 녹지의 풍부함, 아름다움과 여유에서는 경관의 조화와 아름다움, 도시적 편리성에서는 재해 및 범죄로부터의 안전, 도시문화의 풍부함에서는 문화기반시설의 풍부가 중요하게 나타났다. 또한 전체 세부평가항목 중에서는 공기의 청결도, 수질의 청결도, 녹지의 풍부함과 조용함 순으로 가중치가 높았다.

주제어 : 서울시, 쾌적성, 퍼지-계층화 분석법, 다기준 의사결정 방법론

ABSTRACT : This paper attempts to select the attributes of amenity and to rank them for evaluation of amenity of Seoul. And the results of this paper are expected to provide the information for the policies of amenity. In doing so, this paper applies Fuzzy-AHP that is a multi-criteria decision-making method which grafts Fuzzy theory into AHP. Fuzzy-AHP has both an advantage of AHP that structures complex problems into a hierarchy and an advantage of Fuzzy theory that reflects ambiguity and uncertainty in decision-making process. According to the results, comfortableness and silence are ranked as first, and contact with nature is second among the attributes of amenity. In addition, in the category of comfortableness and silence, cleanness of air is ranked as first. In the category of contact with nature, abundance of fortress is ranked as first. In the category of beauty and rest, harmony and beauty with landscape is ranked as first. And in the category of urban culture, abundance of cultural facilities is ranked as first.

Key Words : Seoul, amenity, fuzzy-AHP, multi-criteria decision-making methods

* 본 연구는 서울시정개발연구원의 2005년도 정책과제 『서울시의 쾌적성 평가체계 개발에 관한 연구』의 내용을 수정·보완한 것임.

** 한세대학교 경영학과 부교수(Associate Professor, Department of Business Administration, Hansei University), skcho@hansei.ac.kr

*** 고려대학교 경제학과 박사과정(Ph.D candidate, Department of Economics, Korea University), leejoosuk@korea.ac.kr

I. 서론

우리나라의 도시환경은 세계 주요도시들에 비해서 매우 열악한 상황이다. 서울의 경우 인구밀도가 베를린의 4.5배, 뉴욕의 1.8배로 매우 혼잡한 수준이며, 1인당 공원면적은 베를린, 뉴욕의 1/3~1/5 수준에 불과하고, 공공도서관의 수는 뉴욕이나 동경의 1/10에 불과한 실정이다. 이와 같이 우리나라의 도시환경이 열악한 것은 급속한 도시화과정에서 계획적 배치, 시스템의 효율화 및 삶의 질에 대한 고려가 부족했기 때문이다(삼성경제연구소, 2003).

최근 소득수준이 높아짐에 따라 도시민들은 생활공간에서 편리함, 아름다움 등 쾌적함(amenity)을 누리고 싶어 하는 욕구가 증대되고 있으며 쾌적한 환경을 조성하기 위한 지방자치단체들의 적극적인 노력도 활발해지고 있다. 특히, 선진국에서는 이미 수년 전부터 도시의 쾌적성을 향상시키기 위해 많은 노력을 기울여왔다. 공해로 악명 높았던 미국의 피츠버그는 80년대부터 도시환경 개선을 위해 많은 노력을 기울여왔으며, 싱가포르의 'Clean City'를 슬로건으로 수 십 년간 경관을 정비해 왔고, 핀란드의 헬싱키는 도시경쟁력을 높이기 위해 환경, 문화, 국제화를 핵심으로 한 '2002 헬싱키 마스터플랜'을 수립하였다. 서울시의 경우 여의도 공원, 서울 숲, 청계천 복원 사업 등 녹화사업을 비롯하여 서울시청 앞 광장 및 남대문 광장 조성 등 시민들의 삶에 쾌적성을 향상시키는 사업들을 진행하였다. 또한 '따뜻한 서울, 활기찬 서울, 편리한 서울'이라는 3대 비전에 20대 중점과제를 선정하여 쾌적하고 살

기 좋은 서울을 만들기 위한 다양한 정책들과 사업들을 진행 중이다. 그러나 서울시의 경우 대기오염이나 수질오염과 같은 지표들이 있기는 하나 서울시 전체의 쾌적성을 종합적으로 파악할 수 있는 자료나 지표는 아직 미흡하다. 특히 쾌적성이라는 의미가 너무 포괄적이기 때문에 서울시가 표방하는 쾌적성 관련 목표를 효율적으로 달성하기 위해서는 서울시가 수행하는 쾌적한 지역 환경 조성을 위한 정책들의 효과를 정량적으로 평가하여 객관화하는 평가체계의 마련이 시급하다.

서울시의 쾌적성을 평가하는 문제는 평가자들의 개별적이고 주관적인 견해를 객관적이고 합리적으로 정량화하는 것으로 이해할 수 있다. 따라서 서울시의 쾌적성을 평가하는 문제는 다양한 기준에 대한 평가자 혹은 의사결정자의 주관적인 견해가 문제 해결에 핵심적인 역할을 하고 있기 때문에 다기준 의사결정(Multi-criteria Decision Making) 분야의 적합한 주제라 할 수 있다.

평가자의 견해나 주관적인 선호를 객관적으로 모형화하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔으며 다속성 효용이론(multi-attribute utility theory)과 계층화 분석법(analytic hierarchy process)을 이용한 접근이 여러 연구들에서 시도된 바 있다. 특히, 계층화 분석법은 문제를 분석하고 분해하여 구조화하고 계층화할 수 있다는 장점과 상대적 가중치 또는 선호도를 체계적인 비율로 척도화하여 정량적인 형태로 얻을 수 있다는 장점이 있어 다양한 분야에 적용되고 있다. 그러나 의사결정자들이 자신의 선호를 명백하게 하나의 특정한 수치로 표현

하기 어렵기 때문에 계층화분석법에도 한계가 있다. 예를 들어, 중요하다라는 응답을 수치로 표시할 경우, 같은 중요하다라는 응답이더라도 응답자에 따라서 실제로 받아들이는 수치는 다를 수 있다. 이는 응답자의 판단기준을 언어로 표현하기 때문에 나타나는 한계점이다. 이러한 경우 언어적인 표현으로 구분할 수 없는 전문가의 응답에 대한 모호성을 반영하는 적절한 방법론의 적용이 요구된다.

이러한 모호성과 불확실성을 보완하기 위해 개발된 의사결정방법론이 퍼지-계층화 분석법(Fuzzy Analytic Hierarchy Process)이다. 퍼지-계층화 분석법의 가장 큰 특징은 의사결정자의 판단을 특정 수치가 아닌 일정구간으로 표현하는 것이다. 의사결정자들은 일반적으로 특정 수치보다는 일정 구간으로 제시된 경우를 더욱 신뢰한다. 이는 의사결정자들의 선호를 명백한 특정 수치로 제시할 수 없기 때문이다(Kahraman et al., 2003).

따라서 본 연구는 퍼지-계층화 분석법을 적용하여 서울시 쾌적성을 평가하기 위한 항목들과 이들 평가항목들의 세부평가항목들을 도출하고, 이에 대한 가중치를 결정하면서 동시에 이들 간의 상대적 순위를 측정하고자 한다. 또한 이 결과를 통해서 서울지역의 쾌적성과 관련된 정책의 효과를 정량적으로 평가할 수 있는 기초 자료를 제공하고 정책수립의 객관적인 방향을 제시하고자 한다.

이후 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 연구방법론인 퍼지-계층화 분석법을 개략적으로 소개한다. 제3장에서는 분석결과를 제시한다. 제4장은 결론으로서 연구결과를 요

약하고 도출된 결과의 유용성과 정책적 함의에 대해 논의한다.

II. 연구방법론 : 퍼지-계층화 분석법

현실의 복잡한 의사결정문제를 풀기 위한 대표적인 의사결정기법으로 계층화 분석법이 널리 사용되고 있다. 계층화 분석법은 다수의 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 가중치를 파악함으로써 최적 대안을 선정하는 기법으로 Saaty(1980)에 의해서 개발되었다. 계층화 분석법은 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 분해하고 이러한 요인들에 대한 이원비교를 통해 가중치를 도출하는 것이 특징이다. 계층화 분석법은 문제를 분석하고 분해하여 구조화할 수 있다는 점과 모형을 이용하여 상대적 가중치 또는 선호도를 체계적인 비율로 척도화하여 정량적인 형태의 결과를 얻을 수 있다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다. 뿐만 아니라 간결한 적용절차와 함께 척도선정, 가중치 선정절차 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 것을 활용한다는 점에서 이론적으로 높은 평가를 받고 있다. 이런 장점으로 인하여 계층화 분석법은 공공부문과 민간부문을 망라하여 광범위하게 활용되고 있다. 경제·경영 분야에서는 금융, 거시경제 예측, 마케팅, 자원배분, 입지선정, 교통 등에 활용되고 있으며, 정치 분야에서는 무기통제, 분쟁조정, 모의전쟁, 대통령 선거예측 등에 활용되고 있다. 그리고 사회적인 관심사인 교육, 환경, 건강, 인구동향 등의 부문에서도

적용되고 있다(곽승준 외, 2002).

통상적인 계층화 분석법에서는 의사결정문제에 대한 의사결정자의 판단은 1에서 9사이의 특정 수치로 표현된다. 그러나 이와 같은 과정에서 반영된 특정 수치가 의사결정자간에 동일하다고 하더라도 실제 의사결정자의 의견이 같다고 할 수는 없다. 또한 의사결정의 대상이 되는 현실의 문제들은 매우 가변적(variable)이며 불확실한 경우가 일반적이다. 따라서 계층화 분석법을 사용할 경우, 표현방식의 한계로 인하여 발생하는 표현의 부정확성(inaccuracy) 뿐만 아니라 수학적 이론이 가지는 한계점으로 인해 모호성과 불확실성을 처리할 수 없다는 문제점을 피할 수 없게 된다. 그러므로 모호성과 불확실성을 체계적으로 의사결정과정에 반영하여 모형화할 수 있는 방법론이 요구된다(곽승준 외, 2003).

이러한 기존의 계층화 분석법의 한계를 극복하기 위한 최근 활발히 논의되고 있는 방법론이 퍼지이론(Fuzzy Theory)이다. 퍼지이론은 1960년대 중반 모호성에 의해 발생하는 불확실하거나 부정확한 문제를 해결하기 위해서 Zadeh(1965)에 의해서 개발되었다. 퍼지이론은 모호하게 표현된 자료들을 유용한 자료로 만들기 위하여, 퍼지집합(fuzzy set), 소속함수(membership function), 퍼지넘버(fuzzy number) 등의 개념을 포함하고 있으며 수리적인 계산 방법도 잘 개발되어 있다. 그러므로 퍼지이론은 실제 문제에서 발생하는 모호성과 불확실성 개념을 효과적으로 처리할 수 있는 이론으로 간주되어, 의사결정 뿐만 아니라 의학, 공학 등 다양한 분야에 응용되고 있다.

Laarhoven and Pedrycz(1983)는 계층화 분석법의 단점을 보완하기 위하여 퍼지이론에 계층화 분석법을 접목한 퍼지-계층화분석법(Fuzzy-AHP)을 개발하였다. Laarhoven and Pedrycz(1983)가 퍼지-계층화 분석법을 개발한 이후 복잡한 퍼지이론만큼이나 다양한 퍼지-계층화 분석법의 방법론들이 제시되었다. 예를 들면, Laarhoven and Pedrycz(1983), Chang(1996) 등은 삼각퍼지넘버(Triangular Fuzzy Numbers, TFN)와 간단한 삼각형 소속함수를 이용하였으며, Buckley(1984) 등의 연구에서는 사다리꼴 소속함수를 이용하였다. 퍼지-계층화 분석법은 신임교수 선정(Laarhoven and Pedrycz, 1983; Chang, 1996), 외식업체 선정(Kahramana et al., 2003), 생산공정 선정(Gungor and Arikan, 2000; Weck et al., 1997), 무기 선정(Cheng, 1996; Cheng et al., 1999) 등 다양한 분야에 적용되어 왔다. 이러한 방법론들은 형태는 조금씩 다르지만 퍼지이론과 계층화 분석법을 결합한다는 기본 아이디어는 동일하다.

본 연구에서는 Chang et al.(1998)이 제안한 퍼지-계층화 범위 분석 방법론(Extent Analysis Method on Fuzzy-AHP)을 중심으로 연구방법론을 논의한다.

퍼지-계층화 분석법의 적용 절차는 다음과 같다. 첫 번째 단계는 우선 계층화 분석법과 마찬가지로 다양한 기준을 대안선택문제에 적용하기 위해서 문제 상황을 전반적 목표, 상위속성, 하위속성 등으로 계층화시키는 작업이다. 이러한 계층화 작업은 복잡한 문제 상황을 단순화시켜 인간의 정신적 부담을 경감시켜 줄 수 있을 뿐만 아니라 문제를 체계적으로 부

분화하고 이를 다시 종합화할 수 있는 구성적 시스템 접근방식(constructive systems approach)의 형태를 취한다.

두 번째 단계에는 속성간의 이원비교를 시행하게 된다. 계층화 분석법에서와 마찬가지로 이원비교란 의사결정요소들을 한 번에 한 쌍씩 짝지어 비교하는 형식을 말하며, 일반적으로 n 가지 의사결정요소들의 상대적 가중치 또는 가중치를 도출하기 위해서는 $n(n-1)/2$ 번의 이원비교를 수행하고 이를 $n \times n$ 의 행렬 형태로 표현하게 된다. 즉, n 가지 기준들의 가중치를 의사결정자가 한 번에 임의로 정하는 것이 아니라 한 번에 한 쌍씩 상대적으로 비교함으로써 중복성을 통해 의사결정자의 판단을 평균화시키고 그 정확성을 제고하는 작업을 수행하게 되는 것이다. 이 과정에서 이원비교 행렬의 각 원소(elements)는 1에서 9의 특정 수치로 표현되는 계층화 분석법과 달리 삼각퍼지넘버 $M_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ 로 나타낸다. 삼각퍼지넘버 $M_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ 은 의사결정자의 선택에 불확실성을 반영하기 위하여 특정 값이 아닌 구간으로 표현된다. 여기서 m_{ij} 는 삼각퍼지넘버 M_{ij} 의 중간값으로 속성 i 가 속성 j 보다 중요시되는 정도(intensity of importance)를 나타내는 수치이며, l_i, u_i 는 구간 내의 양 끝 값을 나타낸다.

비교의 기준이 되는 속성에 따라 한 요소의 다른 요소에 대한 상대적 가중치를 나타내는 이원비교행렬의 모든 칸을 채우기 위해서 사전에 특정한 의미가 부여된 수치를 사용한다. 이원비교를 위한 퍼지-계층화 분석법에서 사

용되는 척도는 <표 1>과 같다(Kahraman et al., 2003).

<표 1> 퍼지-계층화 분석법에서 사용되는 척도

언어값(linguistic values)	퍼지넘버(fuzzy numbers)
동등	(1, 1, 1)
약간 중요	(2/3, 1, 3/2)
중요	(3/2, 2, 5/2)
매우 중요	(5/2, 3, 7/2)
절대 중요	(7/2, 4, 9/2)

세 번째 단계에서는 속성 i 의 가중치를 나타내는 삼각퍼지넘버 $S_i = (l_i, m_i, u_i)$ 를 계산한다. 두 번째 단계를 통해서 얻어진 각 의사결정자들의 이원비교 결과들의 평균값을 계산하여 식(1)에 대입하면 속성 i 의 가중치를 나타내는 삼각퍼지넘버 $S_i = (l_i, m_i, u_i)$ 를 구하게 된다.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{ij} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1} \quad (1)$$

$$\text{단, } \sum_{j=1}^m M_{ij} = \left(\sum_{j=1}^m l_{ij}, \sum_{j=1}^m m_{ij}, \sum_{j=1}^m u_{ij} \right),$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij}, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{ij}, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u_{ij} \right),$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u_{ij}} \right)$$

네 번째 단계에서는 세 번째 단계에서 구한 각 속성 i 의 삼각퍼지넘버 S_i 들을 비교하여 $S_j = (l_j, m_j, u_j) \geq S_i = (l_i, m_i, u_i)$ 일 가능성의 정도를 구한다. S_i 와 S_j 를 비교하기 위해서는,

$S_i \geq S_j$ 일 가능성의 정도 $V(S_i \geq S_j)$ 와 $S_j \geq S_i$ 일 가능성의 정도 $V(S_j \geq S_i)$ 의 값을 비교해야 한다. $V(S_i \geq S_j)$ 의 계산은 식(2)와 같이 정의할 수 있다.

$$V(S_i \geq S_j) = \text{height}(S_1 \cap S_2) = \mu_{S_1}(d) \\ = \begin{cases} 1, & \text{if } m_j \geq m_i \\ 0, & \text{if } l_i \geq u_j \\ \frac{l_i - u_j}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

다섯 번째 단계에서는 속성 i 의 삼각퍼지넘버 S_i 가 나머지 속성 $1 \dots k$ 의 삼각퍼지넘버 $S_1 \dots S_k$ 보다 클 가능성의 정도 $V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k)$ 의 값을 구한다. $V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k)$ 의 계산은 식(3)과 같이 정의할 수 있다.

$$V(S_i \geq S_1, S_2, \dots, S_k) \\ = \begin{cases} V(S_i \geq S_1) \text{ and } (S_i \geq S_2) \text{ and } \dots (S_i \geq S_k) \\ \min V(S_i \geq S_j), i=1, 2, 3, \dots, k \end{cases} \quad (3)$$

마지막으로 $d(i) = \min V(S_i \geq S_k)$ 라고 가정하면, $d(i)$ 로 구성된 각 속성들의 가중치를 포함한 벡터 W 를 구할 수 있으며, 이를 정규화하면 각 속성들의 최종적인 가중치 벡터 W' 를 구하게 된다.

III. 분석결과

본 장에서는 퍼지-계층화 분석법을 적용하여 서울시의 쾌적성 평가체계 구축을 위한 평가항목들의 각 항목별 가중치를 도출하고자 한다. 먼저 퍼지-계층화 분석법의 적용절차에 따라 문제를 구성하고, 이에 대한 이원비교를 실시하며, 각 항목에 대한 적절한 가중치를 도출하는 일련의 절차를 따르게 된다.

1. 문제의 구조화 및 계층의 설정

퍼지-계층화 분석법의 첫 단계로서 당면한 문제와 관련된 항목을 명확히 이해하고 문제의 상황을 확실히 규정하는 것이 필요하다.

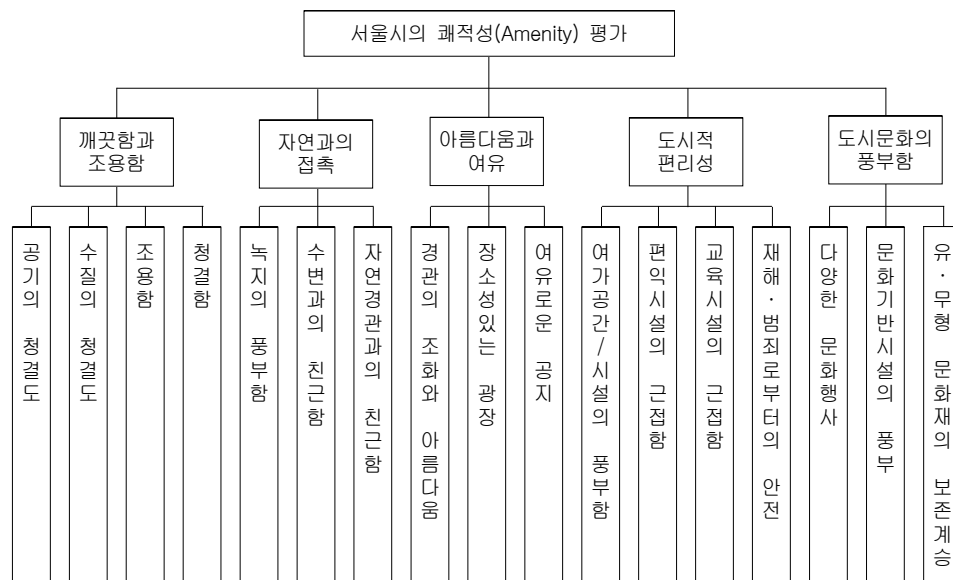
우선 본 연구는 쾌적성과 관련된 국내의 문헌조사와 전문가 면담을 바탕으로 예비평가항목을 선정하였다. 본 연구에서 예비평가항목의 선정을 위해 참고한 대표적인 연구들은 다음과 같다. 권용우 외(2001)는 광의의 쾌적성 평가항목으로서 '환경오염방지', '자연과의 친화', '아름다운 도시', '풍요로운 도시', '역사보전과 문화 창출' 등의 5개 부문 26개 세부지표를 도출하였으며, 협의의 지표로는 '공기', '물', '소리', '햇빛', '녹지', '경관' 등의 6개 부문 32개 세부지표를 선정하였다. 김재일·옥치상(1999)은 지역별 쾌적도 평가를 위한 평가항목으로 '확장도', '거리망', '건축', '토지이용', '건물과 땅 관계', '정책과 재정' 등을 선정하였다. 또한 수원시(1998)·부천시(1998)의 연구에서는 쾌적성 평가항목으로써 '지역의 깨끗함과 조용함', '자연과의 공생 및 친근함', '지역의 아름다

움과 여유로움’, ‘지역의 역사와 문화’ 등의 네 가지 항목을 설정하였다. 한편 해외의 경우, 일본 동경도 환경보전국(1986)에서는 ‘도민의식에 기초한 쾌적환경지표의 작성조사보고서’를 통해 쾌적환경평가를 수행하는데 필요한 중간평가항목을 ‘쾌적도와 정숙도’, ‘자연과의 접촉’, ‘아름다움과 여유’ 등의 세 가지로 구분하였으며, 일본 기타큐우슈 공해대책국(1985)에서는 ‘쾌적환경에 관한 시민의식조사’에서 ‘쾌적도와 정숙도’, ‘자연과의 접촉’, ‘아름다움과 여유’ 등 세 가지의 중간평가항목을 설정하고, 중간평가항목에 대해 각각 네 가지의 개별평가항목을 구성하여 총 12개의 평가항목을 설정하였다.

본 연구는 문헌조사와 전문가 면담을 통해 25개 예비평가항목을 선정하였으며 15명의 환경, 지역도시, 경제학 등 관련 전문가들을 대상

으로 항목선정의 적절성에 대한 1차 전문가 설문을 실시하였다. 1차 전문가 설문 결과, 25개 예비평가항목 중 쾌적성 평가항목으로 적절하다는 응답이 50%가 넘는 17개 항목이 최종평가항목으로 선정되었다. 평가항목들의 의사결정 계층도는 <그림 1>에 요약되어 있다.¹⁾

최종적으로 본 연구는 서울시의 쾌적성 평가체계 구축을 위한 주요평가항목으로 서울시의 깨끗함과 조용함, 자연과의 접촉, 서울의 아름다움과 여유, 도시적 편리성 그리고 도시문화의 풍부함을 설정하였다. 그리고 1차 전문가 설문 결과, 이들 주요평가항목들의 세부평가항목들을 제시하였다. 깨끗함과 조용함의 세부평가항목은 공기의 청결도, 수질의 청결도, 조용함 그리고 청결함 등 4개로 나누었고, 자연과의 접촉의 세부평가항목은 녹지의 풍부함, 수변과의 친근함, 자연경관과의 친근함



<그림 1> 서울시의 쾌적성(amenity) 평가항목들의 계층적 구조

1) 최종적인 평가항목에서 제외된 8개의 항목은 다음과 같다. 깨끗함과 조용함에서는 일조조건의 양호함, 녹지보유, 자연과의 접촉에서는 흙과의 친근함, 곤충·야생조류/소동물과의 친근함, 텃밭 혹은 소경작지와와의 친근함, 아름다움과 여유에서는 정체성 있는 건축물, 친근하고 아름다운 거리, 조화로운 도시 색채 등의 항목이 제외되었다.

변과의 친근함, 자연경관의 친근함 등 3개로 구분하였다. 또한 서울의 아름다움과 여유의 세부평가항목은 경관의 조화와 아름다움, 장소성이 있는 광장, 여유로운 공지 등 3개로 나누었으며 도시적 편리성의 세부평가항목은 여가공간/시설의 풍부, 편의시설의 근접함, 재해·범죄로부터의 안전 등 4개로 구분하였다. 마지막으로 도시문화의 풍부함의 세부평가항목은 다양한 문화행사, 문화기반시설의 풍부, 유·무형문화재의 보존계승 등 3개로 구분하였다.

또한 최종적으로 선정된 세부평가항목들에

대한 구체적인 내용과 평가지표를 요약하면 <표 2>와 같다.

2. 서울시 쾌적성 평가항목에 대한 가중치 도출

본 연구는 1차 전문가 설문을 거쳐 결정된 최종 평가항목들을 가지고 2차 전문가 설문을 실시하였다. 서울시 쾌적성평가체계 구축을 위한 2차 전문가 설문은 1차 전문가 설문 응답한 15명 외에 추가로 5명을 더해 총 20명의 관련 분야 전문가들을 바탕으로 2005년 8월 한

<표 2> 세부평가항목별 평가지표 및 수준의 범위²⁾

세부평가항목	평 가 지 표	설 명
공기의 청결도	대기오염물질 배출감소량	현재 오염물질 배출량보다 감소된 정도
수질의 청결도	하천의 BOD 농도	생물화학적 산소요구량
조용함	인구밀도 감소량	서울시 인구밀도 16,994명/㎡보다 감소된 정도
청결함	1인당 1일 폐기물배출량	현재 서울시 1.5kg에서 선진국 수준인 0.7kg
녹지의 풍부함	1인당 생활녹지면적	현재 서울시 4.6㎡에서 선진국 수준인 24.2㎡
수변과의 친근함	하천변 연장	현재 서울시 하천변 연장 241.73km보다 증가된 정도
자연경관의 친근함	개발제한지역 증가 정도	현재 서울의 개발제한지역 163.73천㎡보다 증가된 정도
경관의 조화와 아름다움	용적률 감소량	현재 적용되는 용적률보다 감소된 정도
장소성이 있는 광장	광장의 수	추가적인 광장의 수
여유로운 공지	서울시 공원의 증가수	현재 서울시에서 관리하는 공원의 수 22개보다 증가된 공원의 수
여가공간/시설의 풍부	공공체육시설 증가수	현재 서울시의 공공설내체육시설 39개소보다 증가된 양
편의시설의 근접함	도로 연장 증가율	현재 서울시 도로의 총연장 8,011km보다 증가된 정도
교육시설의 근접함	10만명당 학교 수	현재 서울시의 10만명당 초중고 수 12.3개보다 증가된 양
재해 및 범죄로부터의 안전	10만명당 범죄발생건수	우리나라의 10만명당 범죄발생건수 1,674건보다 감소된 정도
다양한 문화행사	연간문화행사 개최 증가수	현재 서울시의 연간문화행사 개최수보다 증가된 수
문화기반시설의 풍부	문화시설의 증가수	박물관, 공연장 등 현재 서울의 문화시설 수 613개보다 증가된 양
유·무형 문화재의 보존과 계승	문화재의 수	현재 서울시의 지정문화재 수 907개 보다 증가된 양

2) 익명의 심사위원이 평가지표 설정에 이론의 여지가 있음을 지적하였다. 예를 들면 조용함 평가항목의 지표로 인구밀도 감소량을 설정했는데, 이는 지역소음도 지수를 사용하는 것이 보다 설득력이 있을 수 있다고 주장하였다. 본 연구는 엄밀한 평가지표 설정을 위해 전문가 면담과 다양한 문헌조사를 실시하였으며 보다 수치화가 용이한 지표를 선정하였다.

달 동안 실시되었다.³⁾⁴⁾

2차 전문가 설문을 바탕으로 한 실제 가중치 계산 과정은 다음과 같다. 우선 응답자의 속성들에 대한 이원비교 결과를 삼각퍼지넘버로 환산한다. <표 3>은 실제 설문에 응답한 응답자들의 쾌적성 평가항목 중 깨끗함과 조용함 항목에 대한 실제 이원비교결과이다. <표 3>에 제시된 퍼지넘버에 따르면 공기의 청결도와 수질의 청결도에 대한 이원비교결과 첫 번째 응답자는 ‘약간 중요’, 두 번째 응답자는 ‘중요’라고 응답했음을 알 수 있다.

<표 3> 각 속성간의 이원비교

구분	공기의 청결도	수질의 청결도	조용함	청결함
공기의 청결도	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2) (3/2, 2, 5/2) .	(2/3, 1, 3/2) (3/2, 2, 5/2) .	(3/2, 2, 5/2) (2/3, 1, 3/2) .
수질의 청결도	(2/5, 1/2, 2/3) (2/3, 1, 3/2) .	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2) (1, 1, 1) .	(2/3, 1, 3/2) (3/2, 2, 5/2) .
조용함	(2/3, 1, 3/2) (2/5, 1/2, 2/3) .	(2/7, 1/3, 2/5) (2/7, 1/3, 2/5) .	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2) (1, 1, 1) .
청결함	(2/5, 1/2, 2/3) (2/3, 1, 3/2) .	(2/3, 1, 3/2) (2/5, 1/2, 2/3) .	(3/2, 2, 5/2) (1, 1, 1) .	(1, 1, 1)

<표 4>는 깨끗함과 조용함 항목의 세부평가 항목들에 대한 개별 응답자 20명의 이원비교 결과들에 대한 평균값을 보여준다.

<표 4> 이원비교결과와 평균 삼각퍼지넘버

구분	공기의 청결도	수질의 청결도	조용함	청결함
공기의 청결도	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.97, 1.17, 1.42)	(1.14, 1.39, 1.67)	(1.04, 1.44, 1.94)
수질의 청결도	(0.71, 0.86, 1.03)	(1.00, 1.00, 1.00)	(1.00, 1.22, 1.50)	(0.99, 1.39, 1.89)
조용함	(0.60, 0.72, 0.88)	(0.67, 0.82, 1.00)	(1.00, 1.00, 1.00)	(0.97, 1.17, 1.42)
청결함	(0.51, 0.69, 0.96)	(0.53, 0.72, 1.01)	(0.71, 0.86, 1.03)	(1.00, 1.00, 1.00)

두 번째 단계는 <표 4>의 평균 삼각퍼지넘버를 바탕으로 속성 i 의 가중치를 나타내는 삼각퍼지넘버 $S_i = (l_i, m_i, u_i)$ 를 계산한다. <표 4>의 결과를 식(1)에 대입하여 계산한 속성별 삼각퍼지넘버 S_i 는 아래와 같이 계산된다.

S_1 (공기의 청결도)

$$\begin{aligned}
 &= (4.15, 5.00, 6.03) \otimes (1/13.83, 1/16.44, 1/19.74) \\
 &= (4.15 \times 1/13.83, 5.00 \times 1/16.44, 6.03 \times 1/19.74) \\
 &= (0.21, 0.30, 0.44)
 \end{aligned}$$

S_2 (수질의 청결도)

$$\begin{aligned}
 &= (3.70, 4.47, 5.42) \otimes (1/13.83, 1/16.44, 1/19.74) \\
 &= (0.19, 0.27, 0.39)
 \end{aligned}$$

S_3 (조용함)

$$\begin{aligned}
 &= (3.24, 3.71, 4.30) \otimes (1/13.83, 1/16.44, 1/19.74) \\
 &= (0.16, 0.23, 0.31)
 \end{aligned}$$

S_4 (청결함)

$$\begin{aligned}
 &= (2.75, 3.27, 4.00) \otimes (1/13.83, 1/16.44, 1/19.74) \\
 &= (0.14, 0.20, 0.29)
 \end{aligned}$$

3) 본 연구의 설문에 참여한 전문가들은 경제학, 건축학, 도시계획학 등의 관련 교수 6인, 교통, 지역개발 등과 관련된 국제연구소 연구원 10인, 그 외 대기업 관련 분야 연구원, 건축회사 관계자 4인 등이다.

4) 일반적으로 계층화분석법에서는 응답자의 일관성 정도를 측정할 수 있는 일관성지수(C. I.)를 계산할 수 있으나 퍼지-계층화분석법은 계산과정의 복잡성으로 인해 일관성지수를 계산할 수 없다.

즉, 공기의 청결도, 수질의 청결도, 조용함, 청결함의 삼각퍼지넘버는 각각 (0.21, 0.30, 0.44), (0.19, 0.27, 0.39), (0.16, 0.23, 0.31), (0.14, 0.20, 0.29)이다.

세 번째 단계에서는 두 번째 단계에서 구한 각 속성 i 의 삼각퍼지넘버 S_i 들을 비교하여 $S_i \geq S_j$ 일 가능성의 정도 $V(S_i \geq S_j)$ 와 $S_j \geq S_i$ 일 가능성의 정도 $V(S_j \geq S_i)$ 의 값을 계산한다. <표 5>는 식(2)를 이용하여 계산된 깨끗함과 조용함 항목의 세부평가항목의 속성 간 $V(S_i \geq S_j)$ 이다.

<표 5> 각 속성간의 $V(S_i \geq S_j)$ 계산 결과

$V(S_1 \geq S_j)$	값	$V(S_2 \geq S_j)$	값
$V(S_1 \geq S_2)$	1	$V(S_2 \geq S_1)$	0.85
$V(S_1 \geq S_3)$	1	$V(S_2 \geq S_3)$	1
$V(S_1 \geq S_4)$	1	$V(S_2 \geq S_4)$	1
$V(S_3 \geq S_j)$	값	$V(S_4 \geq S_j)$	값
$V(S_3 \geq S_1)$	0.56	$V(S_4 \geq S_1)$	0.43
$V(S_3 \geq S_2)$	0.73	$V(S_4 \geq S_2)$	0.58
$V(S_3 \geq S_4)$	1	$V(S_4 \geq S_3)$	0.83

네 번째 단계에서는 세 번째 단계에서 구한 각 속성별 $V(S_i \geq S_j)$ 의 값들 중 가장 작은 값 $d(i)$ 를 구한다.

$$\begin{aligned}
 d(1) &= \min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) \\
 &= \min (1.00, 1.00, 1.00) = 1.00 \\
 d(2) &= \min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) \\
 &= \min (0.85, 1.00, 1.00) = 0.85 \\
 d(3) &= \min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) \\
 &= \min (0.56, 0.73, 1.00) = 0.56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(4) &= \min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) \\
 &= \min (0.43, 0.58, 0.83) = 0.83
 \end{aligned}$$

최종적으로 구한 $d(i)$ 들의 벡터 $W=(1.00, 0.85, 0.56, 0.43)^T$ 를 정규화 하면 각 속성별 가중치인 벡터 $W=(0.352, 0.299, 0.197, 0.151)^T$ 가 된다. 즉, 공기의 청결도, 수질의 청결도, 조용함, 청결함 각각의 항목내 최종 가중치는 0.352, 0.299, 0.197, 0.151이 된다.

1) 쾌적성

우선 쾌적성 평가의 최상위항목인 깨끗함과 조용함, 자연과의 접촉, 아름다움과 여유, 도시적 편리성, 도시문화의 풍부함에 대한 가중치 결과는 <표 6>에 제시되었듯이 깨끗함과 조용함과 자연과의 접촉이 가장 중요한 것으로 조사되었다.

<표 6> 쾌적성 주요평가항목 결과

주요평가항목	순위	가중치
깨끗함과 조용함	[1]	0.489
자연과의 접촉	[2]	0.265
아름다움과 여유	[4]	0.093
도시적 편리성	[3]	0.143
도시문화의 풍부함	[5]	0.011

2) 깨끗함과 조용함

깨끗함과 조용함의 세부평가항목 가운데서 는 공기의 청결도가 가장 높은 가중치를 획득 하였으며, 수질의 청결도와 조용함이 그 다음 으로 중요한 세부평가항목인 것으로 나타났다. <표 7>의 최종순위와 가중치 항목은 전체 17개 항목 중에서의 가중치를 표시하는 것으로 깨끗

끗함과 조용함에 포함된 대부분의 항목들이 쾌적성 평가에 있어서 상당히 중요한 항목들인 것임을 알 수 있다. 특히 공기의 청결도와 수질의 청결도 항목은 전체에서 차지하는 가중치가 각각 1위와 2위에 이르는 것으로 조사되었다.

<표 7> 깨끗함과 조용함 세부평가항목 결과

세부평가항목	항목 내 순위와 가중치	최종순위와 가중치
공기의 청결도	[1] 0.352	[1] 0.172
수질의 청결도	[2] 0.299	[2] 0.146
조용함	[3] 0.197	[4] 0.096
청결함	[4] 0.151	[5] 0.0739

3) 자연과의 접촉

자연과의 접촉 부분에서는 녹지의 풍부함이 가장 중요한 세부평가항목으로 확인되었다. 녹지의 풍부함은 17개 세부평가항목 가운데 세 번째로 높은 가중치를 보인 것으로 조사된 반면 수변과의 친근함과 자연경관의 친근함 항목은 최종순위에서 각각 여섯 번째와 일곱 번째에 해당하는 것으로 나타났다.

<표 8> 자연과의 접촉 세부평가항목 결과

세부평가항목	항목 내 순위	최종순위와 가중치
녹지의 풍부함	[1] 0.486	[3] 0.129
수변과의 친근함	[2] 0.270	[6] 0.072
자연경관의 친근함	[3] 0.244	[7] 0.066

4) 아름다움과 여유

아름다움과 여유 항목에서는 경관의 조화와 아름다움, 장소성이 있는 광장과 여유로운 공지의 순서로 가중치를 갖는 것으로 파악되었

다. 전체 최종 순위 면에서는 경관의 조화와 아름다움이 여덟 번째로 중요성을 갖는 것으로 나타났다.

<표 9> 아름다움과 여유 세부평가항목 결과

세부평가항목	항목 내 순위	최종순위와 가중치
경관의 조화와 아름다움	[1] 0.651	[8] 0.060
장소성이 있는 광장	[2] 0.175	[12] 0.016
여유로운 공지	[3] 0.174	[13] 0.016

5) 도시적 편리성

도시적 편리성 항목에서는 교육시설의 근접함과 편리함을 제외한 대부분의 항목이 유사한 정도의 중요성을 갖는 것으로 조사되었다. 재해 및 범죄로부터의 안전함이 가장 중요한 것으로 조사되었고, 안전함, 편익시설, 교육시설의 순으로 가중치를 보였다.

<표 10> 도시적 편리성 세부평가항목 결과

세부평가항목	항목 내 순위	최종순위와 가중치
여가공간/시설의 풍족함	[2] 0.283	[10] 0.040
편익시설의 근접함과 편리함	[3] 0.258	[11] 0.037
교육시설의 근접함과 편리함	[4] 0.064	[14] 0.009
재해 및 범죄로부터의 안전함	[1] 0.396	[9] 0.057

6) 도시문화의 풍부함

마지막으로 도시문화의 풍부함에서는 문화기반시설의 풍부함, 다양한 문화행사, 유·무형 문화재의 보전과 계승 순으로 가중치가 측정되었다. 도시문화의 풍부함의 세부평가항목 대부분이 최종순위의 하위권을 차지하는 것으로 조사되어 쾌적성의 측면에서 아직까지 도

시문화의 풍부함은 크게 중요하지 않은 것으로 나타났다.

<표 11> 도시문화의 풍부함 세부평가항목 결과

세부평가항목	항목 내 순위	최종순위와 가중치
다양한 문화행사	[2] 0.272	[16] 0.003
문화기반시설의 풍부함	[1] 0.652	[15] 0.007
유·무형 문화재의 보전과 계승	[3] 0.076	[17] 0.001

7) 최종결과

최종 주요평가항목과 세부평가항목들의 전체적인 순위와 가중치를 정리하면 <표 12>와

같다. <표 12>에 제시된 바와 같이 가중치합산을 통해 주요평가항목의 가중치를 도출한 결과, 주요평가항목의 경우 깨끗함과 조용함, 자연과의 접촉, 도시적 편리성, 아름다움과 여유, 도시문화의 풍부함 순으로 중요하게 나타났으며, 세부평가항목에서는 공기의 청결도, 수질의 청결도, 녹지의 풍부함 순으로 중요하게 평가되었다.⁵⁾

IV. 결론 및 정책적 시사점

서울지역이 전 국토에서 차지하는 위상은

<표 12> 쾌적성평가체계와 항목 간 가중치 평가

주요평가항목	최종순위와 가중치	세부평가항목	최종순위와 가중치
깨끗함과 조용함	0.489 [1]	공기의 청결도	0.172 [1]
		수질의 청결도	0.146 [2]
		조용함	0.096 [4]
		청결함	0.074 [5]
자연과의 접촉	0.265 [2]	녹지의 풍부함	0.129 [3]
		수변과의 친근함	0.072 [6]
		자연경관의 친근함	0.065 [7]
아름다움과 여유	0.093 [4]	경관의 조화와 아름다움	0.060 [8]
		장소성이 있는 광장	0.016 [12]
		여유로운 공지	0.016 [13]
도시적 편리성	0.143 [3]	여가공간/시설의 풍부	0.040 [10]
		편익시설의 근접함	0.037 [11]
		교육시설의 근접함	0.009 [14]
		재해 및 범죄로부터의 안전	0.057 [9]
도시문화의 풍부함	0.011 [5]	다양한 문화행사	0.003 [16]
		문화기반시설의 풍부	0.007 [15]
		유·무형 문화재의 보전과 계승	0.001 [17]

5) 퍼지-계층화 분석법에서 도출된 결과에 대한 신뢰성을 검증하는 방법은 아직까지 개발된 것이 없다. 따라서 본 연구의 저자들은 퍼지-계층화 분석법으로 도출된 결과의 신뢰성을 검증하기 위해 널리 이용되고 있는 의사결정 방법론 중에 하나인 다속성 효용이론을 이용하여 동일한 대상에 대한 가중치를 도출하였다. 연구결과 중요항목의 경우 가중치의 크기가 약간의 달랐으나 항목 간의 순위는 동일하였으며 세부평가항목의 경우 상위 항목의 순위는 동일하였으나 하위항목의 순위에 약간의 차이가 있었다. 관련내용은 저자들이 작성한 『서울시의 쾌적성 평가체계 개발에 관한 연구』(서울시정개발연구원, 2005)를 참고하기 바란다.

경제적인 측면에서 날로 높아지고 있으며, 수도로서의 기능뿐만 아니라 경제와 문화의 중심지로서의 기능도 매우 중요해지고 있다. 따라서 21세기 개발정책은 서울의 지속가능성을 지키기 위한 친환경적 발전을 지향해야 할 것이다. 그것은 경제적 성장과 더불어 도시민의 전체적인 삶의 질 향상과 더불어 도시내부의 생태적 형평이 유지되는 것이어야 한다. 또한 서울의 경쟁력을 지속시키고 더욱 발전시키기 위한 도시구조와 정책은 경관과 문화, 생활의 편리성 등에서 정체성을 찾고 그것을 지키기 위한 노력의 일환이어야 할 것이다.

서울시가 환경을 포함한 도시민의 전체적인 삶의 질 향상과 친환경적 발전이라는 목표를 수행하기 위해서는 우선적으로 관련 정책효과에 대한 보다 엄밀한 정량적 평가가 필요하다. 또한 이를 위한 방법론적 논의와 평가를 객관화하는 평가체계 마련이 시급한 실정이다. 이에 본 연구는 퍼지-계층화 분석법을 이용하여 서울지역의 쾌적성과 관련된 정책을 정량적으로 평가할 수 있는 체계를 모색하고자 하였다. 또한 쾌적한 서울을 달성하는데 가장 중요하게 고려되어야 할 사항을 살펴봄으로써 쾌적한 서울의 지역 환경조성을 위한 정책수립의 객관적인 방향을 제시하고자 하였다.

또한 본 연구에서는 대표적인 의사결정방법론 중에 하나인 계층화분석법의 한계를 개선한 퍼지-계층화 분석법의 특징과 적용절차에 관하여 논의하였다. 퍼지-계층화 분석법은 하나의 특정 수치로 반영하기 어려운 의사결정자의 선호를 신뢰구간을 통해 좀 더 현실에 가깝게 반영할 수 있는 퍼지이론의 장점과 의사

결정 문제 자체를 계층화·세분화함으로써 문제를 세부적으로 평가할 수 있으며, 일관성의 체계적인 측정을 통해 판단상의 오류를 배제할 수 있는 장점을 가진 계층화 분석법을 통합함으로써 두 방법의 장점을 모두 반영한다는 특징을 갖고 있다.

본 연구는 환경관련 전문가, 지역·도시 관련 전문가 등 20명을 대상으로 설문조사를 실시하여 평가항목별 가중치를 도출하였다. 도출된 결과에 따르면 주요평가항목의 경우 깨끗함과 조용함, 자연과의 접촉, 도시적 편리성, 아름다움과 여유, 도시문화의 풍부함 순으로 중요하게 평가되는 것으로 나타났다. 또한 세부평가항목으로는 깨끗함과 조용함에서는 공기의 청결도, 자연과의 접촉에서는 녹지의 풍부함, 아름다움과 여유에서는 경관의 조화와 아름다움, 도시적 편리성에서는 재해 및 범죄로부터의 안전, 도시문화의 풍부함에서는 문화기반시설의 풍부가 가장 중요하게 나타났다. 또한 전체 세부평가항목 중에서는 공기의 청결도, 수질의 청결도, 녹지의 풍부함과 조용함 순으로 가중치가 높았다.

본 연구에서는 서울시가 수행하는 쾌적한 지역 환경의 조성을 위한 정책효과를 정량적으로 평가하기 위한 노력의 일환으로 쾌적성에 대한 평가체계를 모색하였다. 본 연구의 결과는 서울시의 여러 가지 생활환경 지표들을 활용하여 하나의 통합된 개념으로서의 쾌적성 정도를 파악할 수 있게 하는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 학술적 측면에서 몇 가지 의의를 가진다. 우선 본 연구는 의사결정자의 판단을

특정 수치 대신 일정구간으로 표현함으로써 의사결정문제를 보다 의사결정자의 이성적 판단과정과 유사하게 해결하는 방법을 제시하고 이에 대한 실제 사례를 검토하였다. 또한 본 연구는 국내에서는 아직 활발히 논의되고 있지 않은 퍼지-계층화 분석법을 국내의 사례에 적용했다는 점에서도 그 의의를 찾을 수 있다.

참고문헌

- 건설교통부, 2001, 『도시쾌적성 확보를 위한 어메니티 플랜 수립방안에 관한 연구』.
- 곽승준 · 유승훈 · 신철오, 2002, “원자력연구개발사업의 사후평가를 위한 계층화 분석법(AHP)의 적용”, 『기술혁신연구』, 10(1): 201~217.
- 곽승준 · 유승훈 · 한상용, 2003, “댐 건설 영향에 대한 대도시 지역주민들의 평가: 계층화 분석법을 적용하여”, 『지역연구』, 19(2): 1~20.
- 곽승준 · 유승훈 · 허재용 · 러셀, 2003, “퍼지다기준 의사결정기법을 이용한 댐 건설영향에 대한 지역 주민들의 의견평가”, 『국토연구』, 38: 107~121.
- 권용우 · 이재준 · 김세용, 2001, “도시쾌적성을 위한 어메니티플랜 계획지표의 개발”, 『지리학연구』, 35(4): 351~361.
- 권현철, 1995, “삶의 질의 세계화를 위한 어메니티전략”, 『환경과 생명』, 186~193.
- 김재일 · 옥치상, 1999, “경남 마산시의 지역별 쾌적도 평가 및 환경쾌적자원 조사분석”, 『환경영향평가』, 8(3): 35~47.
- 김철수, 2003, 『도시공간의 이해』, 기문당.
- 부천시, 1998, 『부천시 어메니티 플랜』.
- 삼성경제연구소, 2003, “어메니티가 도시경쟁력이다”, 『CEO Information』, 384.
- 서울특별시, 2005, 『비전 서울 2006』.
- 성현찬, 1995, 『경기도의 쾌적환경평가 및 지표개발에 관한 연구』, 경기개발연구원.
- 수원시, 1998, 『수원시 어메니티 플랜』.
- 이교원 · 유동선, 1996, 『기초 퍼지 이론』, 교우사.
- 이창효, 1999, 『다기준 의사결정론』, 세종출판사.
- 임형백, 2001, “어메니티의 개념, 기원과 역사, 분류에 관한 연구”, 『한국농촌지ographic학회지』, 8(2): 191~199.
- 일본 동경도환경보전국, 1986, 『도민의식에 기반한 쾌적환경지표의 작성조사보고서』.
- 일본 키타큐슈우 공해대책국, 1985, 『쾌적환경에 관한 시민의식조사』.
- Buckley, J. J., 1984, “The Multiple-judge, Multiple-criteria Ranking Problem”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 13.
- Chang, D., 1996, “Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 95: 649~655.
- Chang, D., Y. Jing and K. Zhu, 1998, “A Discussion on Extent Analysis Method and Application of Fuzzy AHP”, *European Journal of Operational Research*, 116: 450~456.
- Cheng, C. H., 1996, “Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function”, *European Journal of Operational Research*, 96: 343~350.
- Cheng, C. H., K. Yang and C. Hwang, 1999, “Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight”, *European Journal of Operational Research*, 116: 423~435.
- Gungor, Z. and F. Arikan, 2000, “Application of Fuzzy Decision Making in Part-machine Grouping”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 63, 181~193.
- Kahraman, C., U. Cebeci and D. Ruan, 2003, “Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey”, *International Journal of Production Economics*, 87(2): 171~184.
- Laarhoven, P. J. M. and W. Pedrycz, 1983, “A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory”, *Fuzzy Sets and Systems*, 11: 229~241.
- Saaty, T. L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.

- Saaty, T. L., 1995, *Decision Making for Leaders*, Pittsburgh, RWS Publications.
- Saaty, T. L., 2000, *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, Pittsburgh, RWS Publications.
- Weck, M., F. Klocke, H. Shell and E. Ruenauver, 1997, "Evaluating Alternative Production Cycles Using the Extended Fuzzy AHP Method", *European Journal of Operational Research*, Vol. 100, 351~366.
- Zadeh, L. A., 1965, "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8: 338~353.
- 원 고 접 수 일 : 2005년 11월 17일
1차심사완료일 : 2005년 12월 29일
최종원고채택일 : 2006년 1월 19일