

삼각퍼지수를 활용한 학교숲 만족도 분석

이슬기* · 장정선** · 정성관*** · 유주한****

*경북대학교 대학원 조경학과 · **포항 생명의 숲 · ***경북대학교 조경학과 · ****동국대학교 조경학과

An Analysis of Satisfaction with School Forest Using Triangular Fuzzy Number

Lee, Seul-Gi* · Jang, Jung-Sun** · Jung, Sung-Gwan*** · You, Ju-Han****

*Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kyungpook National University

**Dept. of Pohang, The Forest for Life

***Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

****Dept. of Landscape Architecture, Dongguk National University

ABSTRACT

Wooded areas that are a part of school campuses are one type of urban forest. Most schools located in an urban environment make an excellent setting for a forest in terms of location and area. These kinds of wooded spaces also make the city greener and healthier. As a place where students spend a great deal of time, schools can also be a venue for environmental education. The creation of wooded areas in schools currently has focused on the end result only; by ignoring student needs and participation, these areas have not had a significant influence on student environmental education. Previous studies based on questionnaire survey are significant in that they have quantified subjective qualitative data via Likert Scale. There has been, however, a problem in quantifying the more ambiguous subjective data.

Therefore, this paper has attempted to investigate those factors that have an influence on student satisfaction with the wooded areas of their school campus using Fuzzy Theory with elementary school students in Gyeongsangbuk-do. A change was observed in terms of the ranking of arithmetic mean values of 'school peculiarity' and 'emotion evolution' and center of gravity, which has adopted Fuzzy Theory, proving that Fuzzy Theory could rationally objectify qualitative data such as human thoughts. In terms of the influential factors on the satisfaction with school forests(regression coefficient), 'school uniqueness(0.159)' was the highest, followed by 'many trees(0.142),' 'importance of nature(0.136)' and 'emotion evolution (0.130).' This paper may therefore be useful as basic data for objective questionnaire surveys and the development of school forests.

Key Words: Environmental Consciousness, Membership Function, Center of Gravity, Regression Analysis

국문초록

학교숲은 도시숲의 유형중 하나이다. 도시학교는 적당한 거리에 적당한 면적을 유지하고 있어 학교숲의 조성은 도시에 많은 숲이 조성되는 효과를 준다. 또한, 학교는 학생들이 오랜 시간 머무르는 장소로 학생들의 환경교육의 장으로써의

Corresponding author: Sung-Gwan Jung, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea, Tel.: +82-53-950-5783, E-mail: sgjung@knu.ac.kr

역할을 수행할 수 있다. 그러나 현재 조성된 학교숲은 학생들의 요구나 참여가 배제된 채 결과 중심의 사업이 되고 있어 학생들의 환경교육에 큰 영향을 미치고 있지 못한 실정이다. 또한 설문조사를 바탕으로 분석하는 기존연구의 경우, 리커트 척도를 활용하여 주관적 판단인 정성적 자료를 정량화 하였다는데 의의가 있으나, 인간의 주관적 판단은 모호한 경우가 많아 일반적으로 정량화하는데 문제가 있다.

이에 본 연구에서는 경상북도에 위치한 초등학교 학생들을 대상으로 학교숲에 대한 객관적인 만족도 평가를 위해 퍼지이론을 활용하여, 학교숲 만족도에 미치는 항목들을 알아보고자 하였다. 연구 결과, ‘학교 특색’과 ‘정서 함양’ 항목의 산술평균값의 순위와 퍼지이론을 도입한 무게중심값의 순위가 변화됨을 알 수 있었다. 이는 퍼지이론이 인간의 사고와 같은 정성적 자료를 합리적으로 객관화 할 수 있다는 증거가 된다. 또한 학교숲 전체 만족도에 영향을 주는 요인은 ‘학교 특색’ 항목의 회귀계수값이 0.159로 가장 높았으며, 다음으로 ‘수량 많음(0.142)’, ‘자연 소중(0.136)’, ‘정서 함양(0.120)’순으로 나타났다. 이 연구는 설문의 객관적 분석방법과 학교숲 조성을 위한 기초자료로 활용이 가능하리라 판단된다.

주제어: 환경의식, 소속도 함수, 무게중심값, 회귀분석

1. 서론

전 지구적으로 환경문제가 대두되면서 지구환경은 물론 도시 및 지역 환경문제를 다양한 측면에서 해결하려는 노력이 추진되고 있다(백재봉 등, 2006). 이러한 환경문제를 해결하고자 하는 방법의 일환으로 도시에 숲을 조성하여 보다 쾌적한 환경을 조성하려는 움직임이 확대되고 있으나, 대규모의 택지개발 사업 등으로 인해 녹지는 감소되고 있으며(김수봉 등, 2006), 특히, 도시지역에서는 그 현상이 더욱 심각하게 나타나고 있다.

도시숲은 공기와 수질을 정화하는 등 경제적 이익을 줄 뿐만 아니라 그 도시만의 독특한 경관을 조성하고 가로, 상업지역, 주거지역 등과 같은 주변 공간 간에 조화를 이룰 수 있는 매체로 작용하여 회색도시에서 살아가는 도시민에게 심리적 안정감을 부여한다(김한도, 2007). 이러한 도시숲의 유형에는 학교숲, 산림, 수목원, 마을숲, 가로숲, 특수녹화대상지 등이 있으며, 이 중 학교숲은 공원 이외의 도시숲을 확대하는 새로운 대안으로 도시에 많은 면적의 숲이 조성되는 효과를 제공해 준다(변재상 등, 2008). 특히 초등학교는 도시 전체에 고르게 분포되어 있어 지역에 따른 공원 부지 매입의 어려움을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 수목을 활용하고 학교와 지역이 공동으로 이용, 관리함으로써 조성 및 관리에 대한 예산 절감을 기대할 수 있다는 장점이 있다(김후경과 이현택, 2005). 또한 학교는 학생들이 하루 중 가장 많은 시간을 보내는 장소이므로 이러한 공간에 숲을 조성함으로써 학생들의 환경교육 및 인성에 많은 영향을 미칠 수 있다(이재영과 김아연, 2005). 우리나라에서는 1998년부터 학교 녹화에 관심이 높아지면서 학교의 담장 개방, 방음림, 생태연못, 자연학습장 등 다양한 녹지 및 휴식 공간조성을 중심으로 학교녹화사업이 전개되고 있다.

지금까지 학교숲에 관한 선행 연구들은 대부분 환경 교육 및 소공원적 기능에 초점이 맞추어져 있다. 먼저 환경 교육적 기

능에 관한 연구의 경우 정현모(2001)가 1999년도에 학교숲 가꾸기 시범학교로 지정된 10개교 중 중등학교 3곳을 선정하여 학교 옥외환경을 개선하기 위해 보완해야 할 점을 지적하고 교사와 학생이 학교숲을 환경 교육적으로 활용할 수 있는 토대를 마련하였다. 또한 이재영과 김아연(2005)은 수도권에 위치한 3개의 초등학교를 선정하여 학교숲의 조성이 초등학교 학생들의 환경의식에 미치는 영향을 평가하고 학교숲의 교육적 잠재력을 실현하기 위한 개선방안을 제시하였으며, 국지화 등(2008)은 학교숲에 관한 교사들의 인식 실태를 생명의 숲¹⁾에서 담당하고 있는 학교숲 시범학교와 시범대상이 아닌 학교로 구분하여 비교하였다. 한편, 소공원의 기능적 측면에 관한 연구들을 살펴보면, 김후경과 이현택(2005)은 대구광역시 전체의 초등학교 현황을 파악하여 학교숲을 소공원적 공간으로 조성하기 위한 연구를 수행한 바 있으며, 김수봉 등(2006)은 학교 공원 및 학교 옥외공간을 이용하는 학교 구성원과 지역주민을 대상으로 초등학교를 공원화하여 인근거주자들이 일상적 옥외여가활동 공간으로 활용할 수 있는 방안을 제시하였다. 그 후, 윤희정 등(2008)은 학교숲의 환경재 혹은 공공재의 성격에 대한 연구를 진행하였고, 변재상 등(2008)은 서울 및 경기도에 위치한 6개 초등학교와 2개 중학교, 2개 고등학교를 대상으로 학교숲의 인식 및 이용실태에 관한 연구를 수행하였다.

그러나 이처럼 학교숲에 관한 연구가 활발히 일어나고 있음에도 불구하고 실제로 현재 조성된 학교숲은 단기간의 목표중심, 결과중심의 사업이 되고 있어 학생들의 환경 교육에 큰 영향을 미치고 있지 못한 실정이다. 또한 대부분의 선행연구들은 리커트 척도를 활용하여 주관적 판단인 정성적 자료를 정량화하는 과정에서 인간의 주관적 판단은 모호한 경우가 많아 일반적으로 문제가 있다(Zimmer, 1985). 따라서 설문대상자들의 주관적인 판단을 리커트 척도와 같은 숫자로 표시하기 어려우며, 기존 연구 결과 산출된 종합평가점수의 의미는 단순히 상

대적인 우선 순위만을 결정하기 때문에 학교숲의 객관적인 만족도를 판단하기에는 미흡한 점이 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구는 이러한 문제의식에서 출발하여 학교숲 조성이 완료되었거나 진행 중인 경상북도의 초등학교 학생들을 대상으로 학교숲에 대한 과학적이고 합리적인 만족도 평가를 위해 퍼지이론을 활용하고 이를 토대로 학교숲 만족도 모형을 구축함으로써 학교숲 조성을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

연구의 수행과정은 그림 1과 같이 연구대상학교를 선정 한 후, 현황조사를 통해 일반적 현황, 학교숲 조성 현황 등을 파악 하였다. 또한, 학생들의 만족도 분석 단계에서 퍼지이론을 도입 하여 항목별 만족도 순위 비교 및 분석을 실시하고 마지막으로 학교숲에 대한 전체 만족도에 따른 평가모형을 도출하는 단계로 진행하였다.

먼저, 연구대상학교의 선정 단계에서는 2001년부터 2007년 까지 생명의 숲에서 담당하고 있는 경상북도의 학교를 추출하여 이들 중 초등학교만을 대상으로 하였다. 이는 중학교와 고등학교의 경우 학교숲에 대한 활용도가 낮고 조성방향이 경관 및 휴게기능에 초점을 맞추고 있어 학교숲의 만족도에 영향을 미치는 다양한 요인을 조사하기에는 한계가 있을 것으로 판단했기 때문이다. 대상지를 초등학교로 선정한 후, 학교숲이 조성되었거나 현재 조성 중인 17개 초등학교들 중 9개 학교를 선정하였다. 선정된 학교의 지리적 위치를 살펴보면 포항시에 송림초등학교, 포항초등학교, 제철초등학교, 청림초등학교가 위치하고 있으며, 경주시에 나산초등학교, 아화초등학교가 위치하고 있다. 또한, 상주시에 성동초등학교, 청도군에 이서초등학교,



그림 2. 연구대상학교의 지리적 위치

김천시에 조마초등학교가 위치하고 있다(그림 2 참조). 도시가 5개로 한정되어 있는 것은 아직까지 영덕군, 울진군, 봉화군 등과 같은 지역에 입지한 학교에서는 학교숲에 대한 홍보 및 참여의식 부족 등으로 인해 학교숲 시범학교 공모에 신청하지 않았기 때문으로 판단된다.

현황조사를 통한 실태파악 단계에서는 대상학교의 일반적 현황, 학교숲 조성 현황 등으로 구분하였다. 대상학교의 일반적 현황에서는 설립연도, 학교 부지면적 등을 조사하였으며, 학교숲 조성현황에서는 선정연도, 조성단계, 신규 조성숲 면적 등을 분석하였다. 현장조사의 경우 2008년 8월 22일부터 9월 15일까지 각 학교의 행정실 및 담당교사의 도움을 받아 실시하였다.

다음으로 학교숲 만족도 분석 단계에서는 연구대상학교로 선정된 9개의 학교별 설문조사를 통해 분석을 실시하였다. 설문조사는 2008년 6월 25일부터 7월 10일까지 9개 연구대상학교의 학생들 중 설문에 대한 인식의 정확도가 높은 4학년 이상의 학생을 대상으로 하였다. 측정항목은 선행연구(김인호 등, 2000; 정현모, 2001; 생명의 숲, 2007; 변재상 등, 2008)를 토대로 학교숲 조성에서 얻을 수 있는 효과나 기능, 학교숲을 보고 느낄 수 있는 정도를 평가할 수 있는 항목을 선정하였다. 선정된 항목은 '계절감', '다양한 꽃', '그늘 제공', '놀이, 운동', '산책, 휴식', '수업, 학습', '자연 체험', '자연 소중', '먼지 제거', '소음 감소', '새, 곤충 관찰', '정서 함양', '학교 특색', '수종 다양', '수량 많음' 등 15개 항목이며, 설문에서는 15개 항목과 학교숲에 대한 전체 만족도를 5점 리커트 척도를 활용하여 평가하였다.

설문 후 회수된 716부 중 응답이 불성실하거나 누락되어 있는 자료를 제외한 677부를 분석에 이용하였다. 각 설문항목의 5점 리커트 척도의 값을 0과 1범위 내에서 균등 분할하여 각각 하한값(a), 중간값(b), 상한값(c)을 가지는 삼각퍼지수로 변환시켰다. 이러한 평가항목의 삼각퍼지수는 산술평균을 이용하여 퍼지화 과정을 거치며, 각각의 삼각퍼지수는 도형의 의미를 가

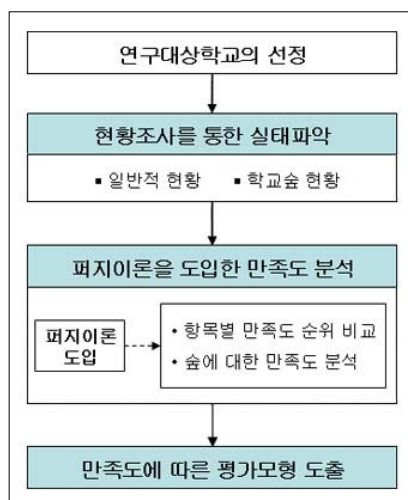


그림 1. 연구수행과정

지고 있어 직접 비교가 불가능하기 때문에 비퍼지화법인 무게 중심값을 산출하였다. 다음은 도출된 무게중심값과 산술평균값의 순위를 비교하여 차이점을 분석하고 학교숲에 대한 만족도를 항목별, 학교별로 분석하였다. 설문 분석은 SPSS statistics 17.0(SPSS Inc., 2008)을 활용하였고, 분석방법은 데이터의 빈도분석 및 기술통계, 회귀분석 등을 이용하였다.

마지막으로 평가모형 도출 단계에서는 평가항목간 상관성 파악 및 해석을 위하여 Pearson의 상관계수를 활용한 후, 학교숲 전체 만족도에 영향을 미치는 항목들 간의 종합적인 영향력을 알아보기 위해 단계적(stepwise) 회귀분석을 실시하여 모형을 도출하였다.

III. 이론적 고찰

1. 퍼지집합 및 소속함수

퍼지이론은 1965년 미국 버클리대학교의 교수가 도입하였으며 애매하고 불분명한 수량적 정보와 인간적 사고의 불확실성과 같은 여러 문제들을 수학적으로 접근하려는 이론이다. 기존의 디지털 논리 체계인 '0과 1', '참과 거짓' 또는 '긍정과 부정'과 같은 흑백논리로 구성되는 일반집합과 달리 하나의 대상이 하나의 값으로 표현되는 것이 아니라 참과 거짓 사이에 존재하는 중간적 개념을 인정하고, 참 또는 거짓의 근접성에 대한 주관적 판단까지 수용하고 있다(Zadeh, 1973). 따라서 퍼지이론은 불확실한 인간의 판단이나 주관적인 사고과정에 대해 적용성이 높으며, 인간이 행하는 추론이나 사고 과정을 객관화시킬 수 있는 방법론이라고 할 수 있다(유주한, 2005).

보통 수학적 의미에서의 집합이란 그 집단의 소속유무가 확실히 판정되는 대상물만의 모임을 일컫지만 퍼지집합에서는 대상물이 어느 집단의 소속유무판정 기준이 애매한 집단을 논의의 대상으로 하는 것이다(유동선과 이교원, 1998). 전체집합 X 에서 퍼지집합 A 는 소속함수 $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ 로 정의되고 $\mu_A(X)$ 는 X 가 퍼지집합 A 에 속하는 정도를 의미한다. 일반적으로 $X = \{ (x, \mu_X(x)); x \in U, \mu_X(x) \in [0,1] \}$ 으로 나타낸다. 이와 같이 퍼지집합은 언어의 의미와 개념의 정의에서 보여지는 애매성을 정량적으로 나타내기 위한 집합 개념이다.

퍼지이론에서 소속함수는 X 내의 하나의 퍼지집합 A 가 X 내의 각 요인 x 를 가질 때 소속함수 $\mu_A(x)$ 는 $[0 : 1]$ 의 간격내의 수이다. x 는 A 에 속한 소속 정도를 나타내며 $\mu_A(x)$ 의 값이 1에 가까우면, x 가 A 에 속한 소속 정도가 높은 경우이다. 소속도 함수의 유형은 S형, J형, 선형 등이 있으며, 언어변수를 이용한 의사결정에서는 선형이 주로 이용되고 있다(박찬정, 2004). 따라서 본 연구는 5점 척도를 이용한 언어변수의 측정이기 때문에 선형의 소속함수를 이용하였다.

2. 삼각퍼지수

퍼지수에는 여러 가지가 있으나 일반적으로 삼각퍼지수와 사다리꼴 퍼지수가 많이 사용되며 특히, 삼각퍼지수는 세 개의 점으로 표현되기 때문에 사용이 간편하고 분석이 용이하다(유주한, 2005). 삼각퍼지수의 소속함수 A 는 $\mu_A: x \rightarrow [0, 1]$ 이고 $a \leq X \leq b$ 이고 $b \leq X \leq c$ 일 때 $a < b < c$ 즉, (a, b, c) 로 표현할 수 있다. 매개변수 b 는 소속함수 $\mu_A(x)$ 의 최대등급이고 a, c 는 각각 평가 가능한 영역의 하한값과 상한값을 의미한다. 또한 함수식은 식 1과 같이 표현할 수 있다.

$$A = \begin{cases} \frac{(x-a)}{(b-a)} & (a \leq x \leq b), \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & (b \leq x \leq c) \end{cases} \quad (\text{식 1})$$

5점 척도를 삼각퍼지수로 변형시키면 5점은 (0.8, 1, 1), 4점은 (0.6, 0.8, 1), 3점은 (0.3, 0.5, 0.7), 2점은 (0, 0.2, 0.4), 1점은 (0, 0, 0.2)로 생성시킬 수 있다. 이러한 삼각퍼지수의 선형 소속함수를 구하기 위해서 앞서 제시한 식 1에 의거하여 구할 수 있으며, 이들의 형태적 특성은 그림 3과 같다.

n 개의 삼각퍼지수로 구성된 퍼지집합 A 를 변환하는 과정은 식 2와 같으며, 그 값은 각 평가항목들이 삼각퍼지수로 표현되어 있기 때문에 직접적인 비교가 불가능하다. 따라서 각 평가항목들의 순위 및 만족도의 비교분석을 위해 식 3을 사용하여 무게중심값을 산출한다.

$$A = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i, \sum_{i=1}^n b_i, \sum_{i=1}^n c_i)}{n} = (a, b, c) \quad (\text{식 2})$$

$$g = c - \sqrt{\frac{(c-a)(c-b)}{2}} \quad \text{또는} \quad g = a + \sqrt{\frac{(c-a)(b-a)}{2}} \quad (\text{식 3})$$

만약 리커트 척도에서 5점과 3점, 4점과 4점을 부여한 두 그룹이 있을 경우, 산술평균값에서는 평균 4점으로 동일한 값을 나타내나 삼각퍼지수로 변환하면 5점 (0.8, 1, 1)과 3점 (0.3, 0.5, 0.7)이고, 4점 (0.6, 0.8, 1)과 4점 (0.6, 0.8, 1)으로 표현될 수 있다. 이들 퍼지화하면 각각 (0.55, 0.75, 0.35)과 (0.6, 0.8, 1)로 나타나며, 이들의 무게중심값을 구하면 각각 0.15, 0.8로 산

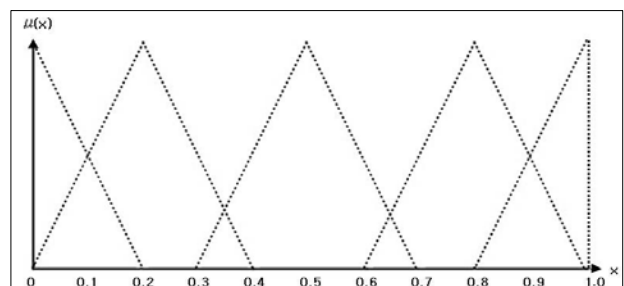


그림 3. 삼각퍼지수의 선형 소속함수

출된다. 따라서 산술평균값이 같다고 하여 만족도가 같다는 가설은 성립되지 않음을 알 수 있다. 이는 설문 분석 시 나타나는 주관적 판단의 한계를 퍼지이론의 도입을 통해 객관성이 부여된 결과라고 할 수 있다.

IV. 결과 및 고찰

1. 학교숲 현황

대상학교의 일반적인 현황을 살펴보면, 표 1과 같이 포항초등학교는 9개 학교 중 가장 역사가 오래된 학교로서 1916년에 설립된 반면, 성동초등학교는 상주시의 아파트 개발로 인해 가장 최근인 2004년에 설립된 학교이다. 9개 초등학교 중 포항시의 제철서초등학교를 제외한 8개 학교는 모두 공립학교이며, 제철서초등학교는 포스코 교육재단 소속의 사립형 초등학교이다. 학생 수는 송림초등학교가 1,017명으로 가장 많았으며, 포항, 성동, 제철서초등학교는 800여명 이상의 학생들이 재학하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 아화 및 이서초등학교는 전교생이 100여명에 불과하였고 특히, 조마초등학교는 9개 학교 중 가장 적은 57명이 재학하고 있었다. 교목(校木)을 살펴보면, 송림 및 성동초등학교는 소나무, 포항 및 아화초등학교는 향나무, 청림 및 나산초등학교는 곶솔로 지정되어 있었고, 제철서, 이서, 조마초등학교는 각각 은행나무, 느티나무, 개잎갈나무로 지정되어 학교별로 교목의 종류가 다양하게 나타났다. 교화는 6개의 학교에서 장미를 지정하여 상당히 편중되어 있었고, 아화 및 이서초등학교는 목련을 선택하고 있었다. 향후 교화의 선정에 있어서 학교의 상징성이나 향토성을 고려할 경우 장미보다는 자생식물을 지정하는 것이 효과적일 것으로 생각된다. 학교의 부지면적은 제철서초등학교가 33,566m²로 가장 넓었으며, 송림초등학교가 12,881m²로 가장 좁은 면적을 차지하고 있었다.

표 1. 대상학교의 일반적 현황

학교	설립 연도	공사립 구분	학생수(명)	교직원수(명)	교목	교화	부지면적(m ²)
송림초등학교	1979	공립	1,017	57	소나무	장미	12,881
포항초등학교	1916	공립	855	43	향나무	장미	19,512
성동초등학교	2004	공립	893	51	소나무	장미	18,573
제철서초등학교	1986	사립	805	44	은행나무	장미	33,566
청림초등학교	1969	공립	564	32	곶솔	장미	20,390
나산초등학교	1950	공립	480	37	곶솔	장미	19,939
아화초등학교	1941	공립	135	24	향나무	목련	24,764
이서초등학교	1927	공립	149	28	느티나무	목련	18,858
조마초등학교	1935	공립	57	18	개잎갈나무	배롱나무	15,113

학교별 학교숲 조성현황을 살펴보면, 9개 학교 모두 생명의 숲으로부터 지원받았으며, 학교숲의 선정연도는 2002년 송림초등학교를 시작으로 2007년 청림 및 조마초등학교까지 진행되었다. 학교숲 조성은 3년에 걸쳐 지원하는 사업으로 청림 및 조마초등학교를 제외한 7개 학교는 모두 조성이 완료된 상태이며, 청림초등학교와 조마초등학교는 각각 1차 연도, 2차 연도 식재가 진행된 상태이다(표 2 참조).

신규 학교숲이 조성되기 이전에 학교숲의 면적은 제철서초등학교와 이서초등학교가 각각 5,280m², 3,772m²로 넓게 나타난 반면, 송림초등학교, 포항초등학교 등 5개 학교는 1,000m² 이하의 좁은 학교숲을 가지고 있었다. 특히, 나산초등학교는 기존 학교숲의 면적이 500m²로 가장 좁게 나타났다. 신규 조성숲 면적을 살펴보면, 아화초등학교가 2,300m²로 가장 넓은 면적이 증가하였으며 반면, 송림초등학교는 9개 학교 중 가장 적은 410m²가 증가하였는데, 이는 학교숲을 조성함에 있어 기존 화단 위주의 추가식재 방식을 택하여 식재면적을 증가하기 보다는 산책로 조성 및 녹음 향상에 목적을 두었기 때문으로 판단된다. 학생 1인당 녹지량을 비교하여 보면 조마초등학교가 52.63m²/인당으로 가장 높게 나타났으며, 이서초등학교와 아화초등학교 역시 각각 28.98m²/인, 24.44m²/인당으로 높게 나타났다. 한편, 송림초등학교를 포함한 6개 초등학교는 1인당 녹지면적이 10m²/인 이하로 상대적으로 낮음을 확인할 수 있다.

2. 퍼지이론을 도입한 만족도 분석

1) 만족도 순위 비교

만족도의 순위 비교를 위한 무계중심값 산출을 위해서는 우선 각 평가항목들에 대해 설문대상자 677명이 부여한 리커트 척도값을 소속합수식에 대입하여 퍼지화시켜야 한다. 예를 들어 '계절감' 항목은 리커트 척도가 3, 5, 5, ..., 2로 나타났는데, 이를 삼각퍼지수로 변환시키면 계절감은 (0.3, 0.5, 0.7),

표 2. 학교숲 조성현황

학교	선정연도	조성단계	학교숲 총면적(m ²)	기존 학교숲 면적(m ²)	신규 조성숲 면적(m ²)	1인당 녹지면적(m ² /인)
송림초등학교	2002	완료	1,102	692	410	1.08
포항초등학교	2003	완료	2,203	703	1,500	2.58
성동초등학교	2005	완료	2,334	1,534	800	2.61
제철서초등학교	2006	완료	7,260	5,280	1,980	9.02
청림초등학교	2007	1년차	1,500	900	600	2.66
나산초등학교	2004	완료	1,157	500	657	2.41
아화초등학교	2005	완료	3,300	1,000	2,300	24.44
이서초등학교	2006	완료	4,318	3,772	546	28.98
조마초등학교	2007	2년차	3,000	2,150	850	52.63

(0.8, 1, 1), (0.8, 1, 1), ..., (0, 0.2, 0.4)로 표현된다. 또한 삼각퍼 지수를 퍼지화값으로 산출하면 $(\frac{\sum_{i=1}^{677}(0.3, 0.8, \dots, 0)}{\sum_{i=1}^{677}(0.5, 1, \dots, 0.2)}, \frac{\sum_{i=1}^{677}(0.7, 1, \dots, 0.4)}{\sum_{i=1}^{677}(0.3, 0.8, \dots, 0)})$ 으로(0.34, 0.51, 0.68)이 된다. 그러나 이들 값은 삼각형의 하한값, 중간값, 상한값을 나타내기 때문에 일대일 비교가 불가능하므로 무게중심값을 사용해야 한다. 따라서 그 값은 $0.68 - \sqrt{\frac{(0.68-0.34)(0.68-0.51)}{2}} = 0.510$ 으로 나타났으며, 나머지 항목들 역시 같은 방법으로 산출하였다. 이러한 방법으로 산출한 각 항목별 산술평균값과 무게중심값은 표 3과 같이 나타났으며, '정서 함양', '학교 특색' 두 항목의 순위가 변화되었음을 알 수 있다.

'정서 함양'과 '학교 특색'의 산술평균값은 각각 2.877점, 2.879점으로 '학교 특색'이 '정서 함양'보다 더 큰 값을 가지는 것으로 조사되었으나, 무게중심값에서는 '정서 함양' 항목이 0.473, '학교 특색' 항목이 0.470으로 두 항목의 순위가 역전된 것을 알 수 있다. 이는 '정서 함양'의 삼각퍼지수가 (0.31, 0.47, 0.64)으로 나타난 반면, '학교 특색'의 삼각퍼지수는 (0.31, 0.47, 0.63)으로 하한값 a와 중간값 b의 크기는 동일하나 상한값 c가 0.01 차이를 보이고 있기 때문에 발생한 결과라고 사료된다. 상한값의 차이를 살펴보면 1점 척도에서는 '학교 특색'이 0.4, 2점 척도에서는 '학교 특색'이 5.2, 3점 척도에서는 '정서 함양'이 19.6, 4점 척도에서는 '학교 특색'이 8, 5점 척도에서는 '학교 특색'이 5 더 많았다. 따라서 이러한 상한값을 합산해 보면, '정서 함양'은 19.6, '학교 특색'은 18.6이 되기 때문에 위와 같은 무게중심값의 변화가 발생되었다고 할 수 있다. 즉, 상한값이 상승한 것은 '정서 함양' 항목이 '학교 특색' 항목보다 평균값에 가까운 3점 척도값이 더 많이 분포하고 있기 때문이다. 이는 퍼지 이론이 인간의 사고나 감정에 의존하는 언어적 특성을 객관화할 수 있다는 증거가 될 수 있다.

표 3. 산술평균값과 무게중심값의 비교

항목	산술평균값	순위	삼각퍼지수	무게중심값	순위
수량 많음	3.384	1	(0.42, 0.60, 0.75)	0.593	1
그늘 조성	3.303	2	(0.40, 0.58, 0.72)	0.57	2
새, 곤충 관찰	3.261	3	(0.40, 0.57, 0.71)	0.563	3
수종 다양	3.139	4	(0.36, 0.53, 0.69)	0.528	4
계절감	3.058	5	(0.34, 0.51, 0.68)	0.510	5
자연 소중	3.044	6	(0.34, 0.51, 0.67)	0.508	6
자연 체험	2.938	7	(0.32, 0.48, 0.64)	0.480	7
학교 특색	2.879	8	(0.31, 0.47, 0.63)	0.470	9
정서 함양	2.877	9	(0.31, 0.47, 0.64)	0.473	8
산책 휴식	2.854	10	(0.30, 0.46, 0.63)	0.463	10
놀이 운동	2.802	11	(0.29, 0.45, 0.62)	0.453	11
다양한 꽃	2.744	12	(0.27, 0.43, 0.61)	0.435	12
먼지 제거	2.708	13	(0.27, 0.42, 0.60)	0.428	13
수업 학습	2.640	14	(0.26, 0.41, 0.58)	0.415	14
소음 감소	2.440	15	(0.22, 0.35, 0.53)	0.363	15

2) 만족도 분석

학교별 학교숲에 대한 항목별 만족도는 표 4와 같다. 아화초등학교는 15개 항목 중 '먼지 제거', '소음 감소', '정서 함양' 3개 항목을 제외한 12개 항목이 0.5를 초과하는 것으로 나타났으며, 이 중 만족도가 가장 높은 항목은 '수량 많음'으로 나타났다. 실제로 아화초등학교는 학교숲 조성방향을 공원형 방식을 선택하여 운동장의 많은 부분을 식재공간으로 활용하여 넓은 공간에 학교숲을 조성하였다. 또한, 조마 및 포항 초등학교는 11개 항목이 0.5 이상으로 나타나 신규 학교숲 조성에 따라 다양한 기능에 대하여 만족을 느끼는 것으로 판단된다. 반면, 나산초등학교의 경우 15개 항목 모두 0.5 이하로 나타나 신규 학

교숲 조성이 만족도에 큰 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

학교숲에 대한 15개 평가항목의 평균값을 살펴보면, 15개 항목 중 '수량 많음'이 0.61로 평균값이 가장 높게 나타났다. 이는 기존의 학교숲에서 신규의 학교숲이 조성됨에 따라 수목의 수량이 현저하게 증가하였기 때문으로 사료된다. 또한 '그늘 조성'과 '새·곤충 관찰' 2개 항목이 각각 0.59, 0.58로 평균값이 높게 나타났는데, 이는 수목의 수량이 많아짐에 따라 나타나는 수목으로 인한 그늘이 조성되기 때문이다. 학교숲이 조성된 이후, 그늘이 증가하고 새, 곤충 등을 볼 수 있다는 것은 학교숲의 생태학적 기능을 제대로 발휘되고 있음을 말해준다. 반면, '소음 감소' 항목은 가장 낮은 0.37로 평가됨으로써 학교숲의 소음 저감과 같은 기능적 식재는 고려되지 않음을 말해준다. 만족도가 0.5 이상인 항목은 '계절감', '그늘 조성', '수종 다양', '수량 많음' 등 6개 항목으로 나타났으며, '놀이, 운동', '산책, 휴식', '수업, 학습' 등 9개 항목은 0.5 이하로 나타나 조성된 학교숲이 환경 교육적으로 활용되기보다는 학교의 주변 경관을 구성하는 요소로 인식되고 있는 것으로 판단된다.

다음으로 학교별 전체 만족도를 살펴보면, 아화초등학교와 조마초등학교가 각각 0.64, 0.63으로 높은 만족도를 보였으며, 학교숲 현황에서도 1인당 녹지면적과 신규 조성숲 면적이 높게 나타났다. 반면, 1인당 녹지면적과 신규 조성숲 면적이 낮은 나산초등학교는 학교별 전체 만족도가 0.38로 가장 낮게 평가되었다.

3. 학교숲 만족도에 대한 평가모형 구축

학교숲 전체 만족도를 평가하기 위한 각 평가항목들의 상관성을 분석하기 위해 Pearson 상관분석을 이용하였다. 학교숲 전체 만족도는 15개의 개별 항목의 영향을 받기 때문에 정확한 분석을 위해서는 각 항목들 간의 상관성을 확인하는 단계가 필

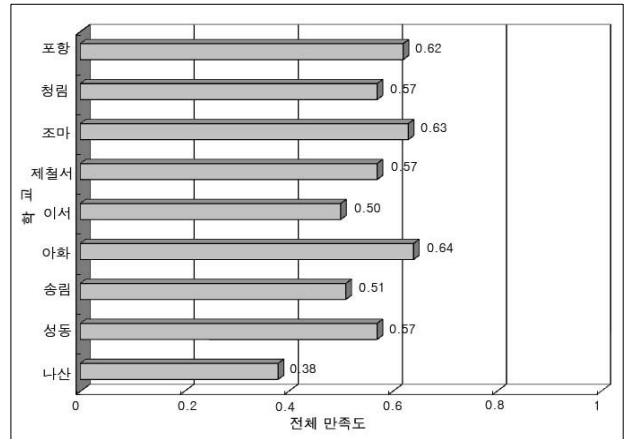


그림 4. 학교별 전체 만족도

요하다.

학교숲 만족도를 평가하기 위한 항목 간 상관성 분석 결과, '자연 체험'과 '자연 소중' 항목의 상관계수가 유의수준 0.01 이내에서 가장 높은 0.598로 나타났다. 이는 자연환경체험의 기회를 통하여 자연에 대한 존중감과 인간과 자연간의 상호공존의 당위성도 인정되기 때문으로 판단되며(김정원과 김영숙, 2006), 체험교육프로그램을 실행함으로써 자연의식의 향상을 가져올 수 있다고 제시한 장선진과 박종민(2005) 연구의 결과와도 일치한다. '수량 많음'과 '수종 다양' 역시 상관계수가 0.548으로 높은 상관성을 가지는 것으로 분석되었다. 이는 신규 학교숲 조성 시 다양한 수종을 많이 식재하기 때문에 기존 학교숲보다 수종의 다양함과 수량의 많음을 함께 느끼게 되는 것으로 판단된다.

또한, '자연 소중'과 '정서 함양' 항목의 상관계수가 0.512로 유의한 상관성을 가지는 것으로 나타났다. '자연 소중'과 '정서 함양' 항목은 학교숲 조성으로 인해 얻을 수 있는 교육적 가치로써 이를 '자연 체험'과 '자연 소중' 항목의 관계와 비교하여

표 4. 학교별 만족도

학교	항목	계절감	다양한 꽃	그늘 조성	놀이, 운동	산책, 휴식	수업, 학습	자연 체험	자연 소중	먼지 제거	소음 감소	새, 곤충 관찰	정서 함양	학교 특색	수종 다양	수량 많음
나산		0.41	0.37	0.42	0.36	0.35	0.40	0.39	0.34	0.32	0.29	0.46	0.37	0.36	0.36	0.44
성동		0.51	0.47	0.43	0.45	0.46	0.42	0.56	0.57	0.50	0.37	0.46	0.44	0.56	0.57	0.53
송림		0.51	0.44	0.56	0.45	0.50	0.58	0.43	0.49	0.39	0.32	0.64	0.48	0.37	0.53	0.60
아화		0.54	0.53	0.72	0.51	0.58	0.59	0.56	0.60	0.48	0.33	0.71	0.48	0.62	0.69	0.77
이서		0.45	0.37	0.54	0.39	0.38	0.33	0.48	0.48	0.42	0.38	0.53	0.49	0.43	0.45	0.54
제철서		0.55	0.43	0.65	0.50	0.47	0.43	0.46	0.55	0.41	0.37	0.58	0.52	0.47	0.54	0.60
조마		0.65	0.58	0.70	0.41	0.46	0.45	0.62	0.63	0.57	0.46	0.71	0.56	0.63	0.76	0.76
청림		0.54	0.41	0.65	0.50	0.52	0.43	0.41	0.47	0.42	0.38	0.46	0.45	0.44	0.47	0.57
포항		0.56	0.47	0.61	0.52	0.50	0.43	0.54	0.57	0.46	0.45	0.66	0.51	0.51	0.60	0.70
평균		0.52	0.45	0.59	0.45	0.47	0.45	0.49	0.52	0.44	0.37	0.58	0.48	0.49	0.55	0.61

표 5. 만족항목들 간의 상관관계 분석

평가 항목	계절감	다양한 꽃	그늘 있음	놀이 운동	산책 휴식	수업 학습	자연 체험	자연 소중	먼지 제거	소음 감소	새, 곤충 관찰	정서 함양	학교 특색	수종 다양	수량 많음
계절감	1.000														
다양한 꽃	0.473*	1.000													
그늘 있음	0.282*	0.230*	1.000												
놀이 운동	0.206*	0.253*	0.369*	1.000											
산책 휴식	0.258*	0.308*	0.363*	0.439*	1.000										
수업 학습	0.211*	0.309*	0.210*	0.350*	0.455*	1.000									
자연 체험	0.351*	0.411*	0.245*	0.318*	0.420*	0.399*	1.000								
자연 소중	0.355*	0.342*	0.352*	0.282*	0.352*	0.335*	0.598*	1.000							
먼지 제거	0.294*	0.310*	0.321*	0.201*	0.318*	0.271*	0.436*	0.469*	1.000						
소음 감소	0.268*	0.203*	0.227*	0.225*	0.193*	0.187*	0.319*	0.390*	0.428*	1.000					
새, 곤충 관찰	0.251*	0.237*	0.293*	0.178*	0.241*	0.159*	0.319*	0.319*	0.326*	0.319*	1.000				
정서 함양	0.335*	0.308*	0.361*	0.203*	0.314*	0.202*	0.413*	0.512*	0.357*	0.407*	0.423*	1.000			
학교 특색	0.313*	0.286*	0.314*	0.270*	0.317*	0.318*	0.466*	0.477*	0.402*	0.326*	0.350*	0.486*	1.000		
수종 다양	0.343*	0.428*	0.325*	0.259*	0.302*	0.265*	0.368*	0.409*	0.300*	0.300*	0.363*	0.347*	0.444*	1.000	
수량 많음	0.286*	0.322*	0.369*	0.311*	0.313*	0.221*	0.305*	0.375*	0.286*	0.205*	0.361*	0.342*	0.414*	0.548*	1.000

*: 1% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 있음

살펴보면, 학교숲을 통해 자연을 경험하고 체험함으로써 자연에 대한 소중함을 깨닫게 해주며, 이는 학생들의 정서와 인성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 실제 학생들의 '나무와 숲'에 관련된 글짓기를 분석하여 학교숲을 조성한지 오래된 학교의 학생들은 최근 조성된 학교의 학생들에 비해 자연에 대한 소중함을 느끼는 정도와 숲을 통해 편안함을 표현하는 빈도가 높다는 가설이 검증된 바 있다(이재영과 김아연, 2005). 한편, 가장 낮은 상관성을 보인 '새, 곤충 관찰'과 '수업 학습'은 각각 학교숲의 환경적 효과와 이용적 효과로 학교숲이 제공하는 서로 다른 기능으로 분석되어 관계성이 낮은 것으로 생각된다.

학교숲에 대한 전체 만족도에 미치는 항목별 만족도의 영향성을 규명하기 위해 전체 만족도를 종속변수로 하고 15개 평가항목을 독립변수로 하는 단계적(stepwise) 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석을 실시하기에 앞서 다중공선성이 존재하지 않아야 한다는 선행조건을 만족해야 한다. 일반적으로 분산 팽창인자 중 가장 큰 값이 10을 넘거나 공차한계의 가장 작은 값이 0.1보다 작으면 다중공선성이 있다고 판단한다(장세웅 등, 2009). 이에 표 6을 보면 가장 큰 분산 팽창인자값은 1.725, 공차한계의 가장 작은 값은 0.580으로 위 가정에 위배되지 않았다. 먼저 표 6의 회귀분석 결과, '학교 특색', '자연 소중', '수량

표 6. 회귀분석 결과

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t-값	유의확률	공차한계	분산 팽창인자	R ² 값	F값	유의확률
상수	0.116	-	5.123	0.000	-	-	0.416	67.991	0.000
학교 특색	0.159	0.177	4.729	0.000	0.626	1.598			
수량 많음	0.142	0.157	4.254	0.000	0.645	1.551			
자연 소중	0.136	0.147	3.921	0.000	0.619	1.616			
정서 함양	0.120	0.130	3.511	0.000	0.641	1.561			
수종 다양	0.109	0.122	3.148	0.002	0.580	1.725			
다양한 꽃	0.102	0.109	3.038	0.002	0.682	1.467			
계절감	0.080	0.083	2.375	0.018	0.709	1.410			

많음, '다양한 꽃', '정서 함양', '계절감' 항목만 유의한 변수로 나타났다. '소음 감소', '먼지 제거' 등의 항목과 '산책 휴식', '놀이 운동' 항목이 제외된 것은 학교숲의 환경 및 이용 효과는 중송 변수인 학교숲 만족도에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다.

평가모형은 F 값이 67.991이고 유의확률은 0.000이므로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 평가모형의 결정계수(R^2)는 0.416으로 학교숲 전체 만족도의 약 41.6%를 7개의 항목들이 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 학교숲에 대한 전체 만족도(Y)를 종속변수로 하고 학교 특색(X_1), 수종 다양(X_2), 자연 소중(X_3), 수량 많음(X_4), 다양한 꽃(X_5), 정서 함양(X_6), 계절감(X_7) 등 7개 독립변수로 하는 모형을 구축하면 식 4와 같다.

$$Y = 0.116 + 0.159X_1 + 0.109X_2 + 0.136X_3 + 0.142X_4 + 0.102X_5 + 0.120X_6 + 0.080X_7 \quad (\text{식 4})$$

각 항목의 비표준화 계수값을 살펴보면, '학교 특색' 항목이 0.159로 가장 높게 분석되었다. 다시 말하면, 특색있는 학교숲 조성이 학교숲 만족도를 증진시키는데 보다 많은 기여를 할 수 있음을 의미한다. 따라서 향후 획일화된 수종선정이나 식재방법이 아닌 각 학교의 역사성, 풍토성, 입지여건 등을 고려한 수종선정과 식재방법을 도입하여 각 학교별 특성이 나타나도록 조성하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 '수량 많음' 항목이 0.142로 '학교 특색' 항목 다음으로 높게 나타나 학교숲에 대한 전체 만족도를 높이기 위해서 숲 조성시 수목의 양적인 증가를 고려해야 할 것으로 판단된다. 이는 국지하 등(2008)의 연구에서 학교 옥외녹지공간의 만족도를 높이기 위해서는 나무, 꽃, 잔디의 수량 확보가 필요하다는 결과와도 일치한다. 다음으로 '자연 소중', '정서 함양' 두 항목의 회귀계수값이 각각 0.136, 0.120으로 영향력이 큰 항목으로 나타났으며 반면, 가장 영향력이 작은 변수는 '계절감'으로 회귀계수의 값이 0.080로 분석되었다.

학교숲 만족도에 대한 각 항목들의 상대적 영향성을 살펴보기 위해 '계절감'을 1.00으로 할 때, '학교 특색'은 약 2.13배, '수종 다양'은 약 1.47배, '자연 소중'은 약 1.77배, '수량 많음'은 약 1.89배, '다양한 꽃'은 약 1.31배, '정서 함양'은 약 1.56배 더 큰 것으로 평가되었다. 따라서 향후 학교숲을 새롭게 조성하고자 할 경우 계절감을 고려하고 다양한 꽃을 식재하는 것도 중요하지만 학교의 특성이 뚜렷하게 나타날 수 있는 식재공간의 조성 과 수목의 양적인 증가가 우선시 되어야 할 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 초등학교 학생들을 대상으로 실시한 학교숲 만족도 조사를 바탕으로 평가모형을 구축함으로써 학교숲의 바람직한

조성방향을 제시하였다. 또한 설문 연구의 불확실성을 극복하기 위해 퍼지이론을 도입하여 새로운 분석방법의 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

연구결과를 요약하면, 신규 학교숲이 조성되기 이전의 기존 숲 면적은 제철서초등학교와 이서초등학교가 각각 5,280m², 3,772m²로 넓게 나타났으며, 나산초등학교는 기존 학교숲의 면적이 500m²로 가장 좁게 나타났다. 신규 학교숲 면적은 아화초등학교가 2,300m²로 가장 넓게 나타났다. 학생 1인당 녹지량은 조마초등학교가 52.63m²/인으로 가장 높게 나타난 반면 송림초등학교는 1인당 녹지량이 1.08m²/인으로 나타나 9개 학교 중 가장 낮은 것으로 분석되었다.

다음으로, 만족도 순위 비교단계에서는 '정서 함양'과 '학교 특색'의 산술평균값은 각각 2.877점, 2.879점으로 '학교 특색'이 '정서함양'보다 더 큰 값을 가지는 것으로 조사되었으나, 무게 중심값은 '정서 함양' 항목이 0.473으로 '학교 특색'의 0.470보다 크게 나타났다. 이는 '정서 함양' 항목이 '학교 특색' 항목보다 평균값에 가까운 3점 척도값을 더 많이 가지고 있기 때문으로 판단된다. 이러한 결과는 설문 분석시 나타나는 설문자들의 주관적 판단에 대한 한계를 퍼지이론의 도입으로 객관성이 부여된 것이라고 할 수 있다. 따라서 향후 설문조사를 활용하여 대상자들의 의견을 종합하거나 순위를 결정하고자 하는 연구에서는 퍼지이론의 도입을 통해 합리적인 평가 및 분석이 이루어져야 한다고 판단된다.

각 항목별 만족도 분석에서는 15개 개별항목 중 '수량 많음' 항목이 0.61, '그늘 조성', '새·곤충 관찰' 항목이 각각 0.59, 0.58으로 높게 나타났다. '수량 많음' 항목의 만족도가 높게 나타난 것은 학교숲이 조성됨에 따라 수목의 수량이 현저하게 증가하였기 때문으로 판단된다. 반면, '소음 감소' 항목은 가장 낮은 0.37으로 나타나 학교숲 조성이 소음저감에는 큰 효과를 나타내지 못하는 것으로 분석되었다.

학교숲 만족도 평가항목들 간의 상관성을 분석한 결과, '자연 체험'과 '자연 소중' 항목이 상관계수 0.598로 가장 높은 상관관계를 보였으며, '수량 많음'과 '수종 다양' 항목, '자연 소중'과 '정서 함양' 항목 역시 상관계수가 각각 0.548, 0.512로 높은 상관관계를 나타냈다. 즉, 학교숲 조성으로 인한 자연 체험은 학생들에게 자연의 소중함을 깨닫게 해주고 이는 학생들의 정서와 인성에 긍정적인 역할을 하는 것으로 판단된다.

마지막으로 학교숲 전체 만족도에 영향을 주는 예측모형 구축에 있어서는 '학교 특색' 항목이 0.159로 영향성이 가장 높게 나타났다. 따라서 향후 학교숲 조성 시 각 학교의 역사성, 입지 여건 등을 고려한 수종선정과 식재방법을 도입하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 '수량 많음' 항목이 0.142로 높게 나타나 학교숲 부지 선정 시 많은 수량의 수목식재가 가능한 장소를 확보하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 다음으로 '자연

소중', '정서 함양' 두 항목의 비표준화 계수값이 각각 0.136, 0.120으로 영향력이 큰 변수로 나타났으며 반면, 가장 영향력이 작은 변수는 '계절감'으로 비표준화 회귀계수의 값은 0.080로 분석되었다.

한편, 본 연구는 학교숲의 만족도에 미칠 수 있는 다양한 변수들을 검증하지 못하였기 때문에 학교숲 조성방향을 일률적으로 제시하기에는 한계가 있을 것으로 생각된다. 따라서 향후에는 학교숲에 영향을 주는 다양한 변수들을 고려한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

주 1. 생명의 숲은 1999년부터 숲을 우리 생활환경에 확대시켜 보다 쾌적한 삶과 정서적인 안정을 제공하고자 다양한 분야 사람들의 참여와 파트너십으로 지속가능한 숲을 조성하고 관리하며, 생활주변에 녹색의 숲을 만들어 국민들의 쾌적한 삶을 가꾸어 가는 숲 단체(<http://www.forest.or.kr/>)

인용문헌

1. 국지하, 윤용한, 박봉주, 김원태(2008) 학교숲 조성공사가 만족도 및 환경교육에 미치는 영향: 초등교사를 대상으로. 한국환경복원녹화기술학회지 11(4): 57-66.
2. 김수봉, 정응호, 전은정(2006) 학교공원 조성에 대한 학교구성원과 지역주민의 의식조사. 환경과학논집 11(1): 219-230.
3. 김인호, 주신하, 안동만(2000) 초등학교 학생들의 환경인식과 태도에 관한 연구. 환경교육 13(1): 122-132.
4. 김정원, 김영숙(2006) 자연체험프로그램이 유아의 친환경적 태도와 과학탐구 능력에 미치는 영향. 한국열린유아교육학회지 116: 435-457.
5. 김후경, 이현택(2005) 대구광역시 초등학교 소공원 조성에 관한 연구. 한국조경학회지 33(3): 78-83.
6. 김한도(2007) 경남지역의 도시숲 분석과 정책방안 연구. 경남발전연구원 연구보고서.
7. 박찬정(2004) 퍼지모형을 이용한 기업의 경쟁력 평가에 관한 사례연구. 관리회계연구 4(2): 61-83.
8. 백재봉, 최송현, 민성환, 강현미(2006) 경남지역 학교숲 조성 주체의 선호도 조사. 한국환경생태학회지 2: 264-268.
9. 생명의숲(2007) 학교숲 성과 및 경제적 가치 평가. 생명의숲 연구보고서.
10. 변재상, 윤희정, 김인호(2008) 학교숲 이용실태 및 성과분석. 한국조경학회지 36(1): 49-61.
11. 유동선, 이교원(1998) 기초 퍼지 이론. 서울: 교우사.
12. 유주한(2005) 퍼지이론을 도입한 생태계 평가지표 선정 및 우선순위 결정. 경북대학교 대학원 박사학위논문.
13. 윤희정, 변재상, 김인호(2008) 학교숲 속성별 가치평가 연구. 한국조경학회지 36(3): 29-38.
14. 이재영, 김아연(2005) 학교숲이 초등학생의 학교와 자연에 대한 인식에 미치는 효과. 환경교육 18(2): 90-100.
15. 장선진, 박종민(2005) 체험활동을 통한 초등학생의 환경교육 효과에 관한 연구. 한국산림휴양학회지 9(4): 15-24.
16. 장세웅, 이상효, 김재준(2009) 인지요인이 공동주택가격에 미치는 영향 요인 분석연구. 대한건축학회지 25(3): 207-214.
17. 정현모(2001) 학교숲의 환경교육적 활용에 대한 연구. 지리·환경 교육 9(2): 125-137.
18. Zadeh, L. A.(1973) Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process. IEEE Trans. System, Man, and Cybernetics 3(1): 28-44.
19. Zimmer, A. C.(1985) Verbal versus numerical processing. in Scholz, R. (ed.), Individual Decision Making Under Uncertainty. Amsterdam, North-Holland.
20. <http://www.forest.or.kr/>

원 고 접 수 일: 2009년 5월 20일
 심 사 일: 2009년 6월 8일(1차)
 2009년 6월 10일(2차)
 개 재 확 정 일: 2009년 6월 12일
 3 인 의 명 심 사 필