

생태적 측면에서의 도시림 지속성 평가 지표 선정¹

이수동² · 김동필^{3*} · 최송현³ · 오정학⁴ · 홍석환³

Criteria selection of urban forestry sustainability evaluation in the view of ecology¹

Soo-Dong Lee², Dong-Pil Kim^{3*}, Song-Hyun Choi³, Jung-Hak Oh⁴, Suk-Hwan Hong³

요약

도시림 개선을 위한 노력은 꾸준히 진행되어 왔으나 사회적인 욕구를 제대로 반영하였는지에 대한 평가가 없어 향후 지속적인 개선 및 관리의 방향을 제안하기는 어려운 상태이다. 사회환경과 생물환경이 어우러진 도시림을 효율적으로 개선하기 위해서는 양적 증대 뿐만 아니라 생물의 분포 및 서식, 인간의 이용성을 평가할 수 있는 연결성, 건전성, 접근성 등 질적인 측면을 동시에 고려할 수 있는 생태적 건전성에 대한 평가지표의 필요성에 따라 연구를 진행하였다. 연구는 생태적 건전성 평가시 중요한 항목에 대한 상대적 중요도 평가, 문헌고찰을 통한 세부 지표 선정, 타당성 검토의 체계를 갖는다. 결과적으로 도시림은 자연림과는 다른 기능이 존재한다는 전제로, 도시림 평가는 고유의 기능인 생태성 뿐만 아니라 인간의 간섭을 고려할 수 있는 사회성, 관리성이 충분하게 고려되어야 하나 중요도에 대한 설문조사 결과 생태성이 다른 가치에 우선하는 것으로 나타났다. 이에 생태적 건전성을 평가할 수 있는 세부지표를 선정하였는데, 식생관련 지표로는 희귀성, 훼손잠재성, 자연성, 면적, 다양성, 발생기간, 야생조류관련 지표로는 숲 발달정도, 면적을 추출하여 분산분석을 실시한 결과 안정성, 자연성, 다양성, 잠재성, 서식가능성이 평가지표로 선정되었다.

주요어: 자연림, 생태적 건전성, 서식가능성, 정책방향

ABSTRACT

Major cities have strengthened their efforts to improve the environmental function of the urban forest through aspects of quantity and quality. Yet, it is difficult to propose both long-term improvement and management policy direction continuously due to a lack of evaluating method that social needs could be reflected. After all, effective strengthening of the function of an urban forest, composed of social and biotic environments, is essential to create evaluation criteria. Such data reflects a quantity variation and identifies the distribution and habitation of biotic sources as well. An assessment of utilization possibilities presents such values as a green connectivity, an ecological healthiness, and usage and access opportunities. Consequently, this research was executed to create an urban forest sustainability index that proposes a management and policy direction based on the evaluation of quantity and quality aspects. This study was processed by the following steps: a degree of importance of ecological aspect, a sub-classification index choice, and an examination of adequacy. This research was conducted from premises that urban forest had another functions comparisons to a natural forest. As a result, a criteria of sustainability should be considered to evaluate an ecological aspect, as well as the social

1 접수 2014년 4월 8일, 수정(1차: 2014년 6월 5일, 2차: 2014년 8월 17일), 게재확정 2014년 8월 18일
Received 8 April 2014; Revised (1st: 5 June 2014, 2nd: 17 August 2014); Accepted 18 August 2014

2 경남과학기술대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea(ecoplan@gntech.ac.kr)

3 부산대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Pusan Nat'l Univ., Miryang 627-706, Korea

4 국립산림과학원 생태연구과 National Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

* 교신저자 Corresponding author: kimdp@pusan.ac.kr

and management aspects regarding human disturbance. This research is designed to develop an evaluation index for ecological aspect. In order to evaluate the ecological healthiness of an urban forest, a vegetation index considers aspects of related rarity, damage possibility, naturalness, area, and diversity. In a wildbird index-related study, forest duration and area were selected. Finally, a variance analysis is presented, inclusive of stability, naturalness, diversity, potentiality, and possibility of wildlife inhabitation, which is indicative of an urban forest sustainability index.

KEY WORDS: NATURAL FOREST, ECOLOGICAL HEALTHINESS, POSSIBILITY OF WILDLIFE INHABITATION, MANAGEMENT POLICY DIRECTION

서론

급속한 도시화 및 산업화로 도시의 인구가 증가하면서 주택난, 교통난, 환경악화와 같은 심각한 도시 사회문제가 대두되었다. 이에 정주지 주변의 생활환경을 개선하여 삶의 질을 높이는 것이 사회·경제적인 해결과제로 부각되면서 도시림 보존과 새로운 녹지조성에 대한 인식전환 및 사회적 수요가 증대되고 있다(KRIHS, 1997; Kim *et al.*, 2011; Chung, 2009). 이러한 흐름과 유사하게 지탱가능한 개발 측면에서 자연과의 공생을 강조하는 친환경도시에 대한 개념이 도입된 이후 자연환경과 사회환경의 조화를 증시하는 환경생태계획을 택지개발지역에 적용하여 친환경적인 도시개발을 실현하려는 움직임도 일고 있다(Marsh, 1983; Lee, 2007).

1995년 도농통합시의 탄생으로 도시행정구역내 산림면적은 1993년 42만 8천ha에서 1998년 243만 4천ha로 전체 산림의 37.8%로 대폭 확대되어 도시림에 대한 산림행정의 변화가 필요하다(KREI, 2001)는 주장이 제기되었다. 이러한 변화에 대처하기 위해서는 법적·제도적 장치 보완, 시민 참여 프로그램 구축, 녹지 네트워크 구축이나 녹색총량관리제 도입을 통한 관리의 필요성이 강조되었다. 하지만 도시림의 실체가 명확하지 않은 상황에서 도시림의 개념을 정립하고자 범위를 도시행정구역내의 산림, 녹지, 공원 및 가로수로 한정하고 산림법, 도시계획법 등을 조정할 수 있는 상위레벨의 마스터플랜을 요구하거나 행정구역상 도시로 분류되는 시 단위 이상의 지역과 도시계획구역 내에 존재하는 산림으로 명기하였다. 실제적 의미에서는 도시민의 이용 정도와 도심으로부터의 거리에 따라 도심 생활형 숲, 도시근교 숲, 도시외곽 숲으로 나누고 녹지공간과 비녹지공간 및 하천 등 통로까지 포함되는 생활형 도시숲은 도시생태계 관점에서 접근해야 한다고 하였다(KFRI, 2005). KFS(2007)은 도시림을 시 단위 이상의 지역에 분포하는 자연공원을 제외한 나무와 숲은 물론 하천림, 소규모 생물서식공간, 특

수녹화지역을 포함하는 개념으로 규정하기도 하였다. 이상을 종합해보면 현행법에서 명시하고 있는 도시림보다 한결 더 나아간 명확한 기준과 더불어 이용권 범위와 위치, 기능에 대한 법률적 정의가 필요하며 인구규모, 도시로부터의 거리나 지형 등에 따라 규정하는 것도 하나의 방법인 것으로 판단되었다.

도시림과 관련된 연구로는 이용실태 조사(KFS, 2008; SMG, 2008), 정책 방향 제시(KFS, 2008; GNDI, 2007) 등이 진행되었다. SMG(2008)는 도시림의 범주에 산림, 학교숲, 가로수 등 도로변녹지, 담장녹화지, 하천변 녹지, 휴양림 등, 국공유지 녹화지 뿐만아니라 도시공원법상 도시자연공원, 도시공원, 완충녹지, 경관녹지 등도 포함하였다. Hishinuma (1979)는 수목의 생리적 활력도에 따라 멀티스펙트럼사진의 색채가 변하는 것을 이용하였고, SMG(2010a)는 생장량, 생물량 등의 생태적 건강성, 이용현황, 생물다양성, 토양산도 등 숲 건강성 평가를 동시에 시행하였으며, 식물 연생장량 및 물질생산량을 분석하기도 하였다. Yukiko 등(2004)은 녹지환경평가를 위해 수치지도와 도시계획기초조사 등의 디지털데이터를 이용해 소유역(小流域)을 단위로 한 평가법을 제안하였다. 도시림 평가와는 다소 상이하나 도시생태계 평가에서는 서식지기능, 지형특성, 생물서식 잠재성 등을 평가기준으로 적용하였다(SMG, 2009; 2010b). 현황 조사와 평가를 바탕으로 한 유지·관리 측면에서 Thompson *et al.*(1994)은 종다양성 유지를 위한 수종의 선택, 데이터 구축 및 조정계획 수립, 적절한 관리 및 바이오메스 활용, 지역주민과의 연계체계 구축이 필요하다고 하였으나 정책 제언의 성격이 강했다. 이 외에도 기능 증진 측면에서 양호한 자연림과 보호가치 군락 보전을 통한 생물다양성 증진, 인공림 면적 축소를 통한 생물건강성 향상, 숲길 정비를 통한 휴양기능 및 식생경관 개선 등이 필요함을 강조하고 있었다.

현재까지 도시림을 개선하기 위한 양적, 질적 노력은 꾸준히 진행되어 왔다는 측면에서 긍정적으로 바라볼 수 있으나 일반 시민들의 욕구를 제대로 반영하였는지에 대한

평가가 없어 향후 지속적인 개선·관리의 방향을 제안하기는 어려운 상태이다. 일부에서는 산림자원조성관리법에서 제시한 산림지속성지수와 녹색건전성지수 등을 통해 도시림의 건전성 정도를 판단하고자 하였으나 일반 산림에 적용하는 기준과 유사한 지표를 적용한 것으로 나타났다(KFS, 2004; SMG, 2010a; Chung, 2009). 결국 양적 증감만을 판단할 수 있을 뿐 생물의 분포 및 서식과 이용성을 평가할 수 있는 녹지의 연결성, 생태적 건전성, 이용 및 접근성 등 질적인 개선여부를 판단할 수 있는 지표는 없는 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구는 사회환경과 생물환경이 어우러진 도시림의 효율적인 개선을 위해서는 양적·질적 측면을 동시에 평가하여 관리 지향점과 정책방향을 제안할 수 있는 생태적 지속성 평가지표의 필요성에 따라 진행하였다.

연구방법

본 연구는 도시림 평가에서 생태성이 차지하는 중요성 평가, 세부 평가지표 선정, 타당성 검토의 3단계로 진행하였다(Figure 1). 1단계와 2단계는 중요성과 세부 평가지표를 파악하는 것으로 문헌조사와 전문가 설문조사를 병행하여 지표를 도출한 후 검증하였다.

도시림의 지속성 평가지표 선정에서는 일반적으로 신호등, 점수제, 그래픽 등 단순평가법과 수학적 평가법, 참여적인 평가법이 사용된 바 있으며(Raimund *et al.*, 2003) 본 연구에서는 이 중 전문가 집단의 의견을 분석적으로 제시할 수 있는 수학적 평가법을 활용하였다. 지표의 동향성과 시간의 흐름과 시대적인 트렌드에 맞춰 변화를 효과적으로 분석하고 우선 순위를 제시하고자 설문을 통해 얻어진 자료를 통계적으로 분석하였다. 설문조사는 산림, 공원녹지, 생태분야의 박사 이상급 전문가 70인을 대상으로 도시림 평가에서 생태성이 차지하는 중요성을 파악하고자 하였고 생태적 건전성 평가지표에 대해서는 문헌조사를 통해 지표를 선정한 후 재배포하여 회수하는 방법을 통해 조사하였다. 동일 전문가를 대상으로 중요성은 2011년 5월에, 세부 평가지표는 2011년 8월에 배포하였는데 전자는 40부, 후자는 37부를 회수하였다. 분석은 누락된 항목과 다소 부실하게 작성한 설문을 제외하고 각각 37부, 34부를 분석하였다. 생태성이 차지하는 중요성 정도는 설문을 통해 생태성, 사회

성, 관리성의 상대적인 중요도와 가중치를 부여하였다. 세부 평가지표 선정을 위한 설문에서는 생태적 건전성을 평가할 수 있는 주요 항목인 식생과 야생조류 평가 항목 각각 7개, 3개에 대한 선호도를 조사한 후 지표를 확정하고자 SPSS 프로그램을 활용하여 분산분석을 실시하였다.

설문은 특정 대상에 대한 개인의 태도(attitude) 즉, 생각, 지각, 감정 등을 측정하는데 가장 널리 사용되는 척도인 리커트 척도(Likert Scales)를 활용하였다. 설문 중 상대적 중요성에서는 문헌조사에 의해 도시림 평가에서 중요성이 높은 항목인 생태성, 사회성, 관리성의 상대적인 중요도를 7점 스케일을 활용하여 파악하였고 가중치를 부여하기 위하여 총합 10점을 기준으로 점수를 배분하게 작성하였다. 세부 평가지표에 있어서는 문헌고찰 결과 중요성이 높은 항목을 선정하여 각각의 중요성을 7점 스케일을 활용하였고, 이를 기초로 최종 지표를 선정하였다. 분석에 있어서는 선정된 세분류 항목과 생태적 측면과의 상관성 여부를 판정하였다. 마지막으로 타당성 평가에서는 선정된 평가지표 10개에 대하여 분산분석을 통해 최종 지표를 선정하였다. 생태적 측면의 지속성 평가를 위한 기준은 가치의 지표가 되는 자연성을 평가하기 위하여 고안된 것이다. 자료분석에 필요한 도구의 범주는 위성사진 데이터, 항공사진 정보, 교통망 등의 추가적인 자료, 정확한 측량 등의 자료가 필수적이다(Usher and Erz, 1994).

결과 및 고찰

1. 도시림 평가지표

도시림은 자연림이 가지는 고유의 기능인 여가, 휴양, 보전, 생산 등을 위해서도 중요하나 자연림과는 다른 기능이 존재하므로 이를 고려해야 한다고 하였다(KFS, 2007). 기능에 대한 연구에서 초기에는 환경보전, 자원생산, 보건휴양 및 교육문화 등 자연림과 유사한 기능을 부여하였으나(KFRI, 2002) 최근에는 고유의 특이성과 생태적, 사회적, 경제적 수요의 변화에 따라 생태보전, 산림휴양, 수자원함양, 산지재해방지 등 휴양 및 방재효과에 주안점을 둔 개념으로 변화하였다. 도시림 평가지표와 관련해서는 KFRI(2005)에서 도시숲 및 녹지에 대한 가치평가를 수행하였다. KFS(2004)

Stage	Criteria selection of urban forestry sustainability evaluation	
Stage 1	Degree of Importance	▪ Relative degree of importance among ecology, sociality, and management
Stage 2	Sub-criteria	▪ Selection of sub-criteria for priority criteria : selection of sub-criteria through a review of literature and conformation after the expert questionnaires
Stage 3	Validity examination	▪ Validity examination of sub-criteria : Optimum evaluation criteria selection through the expert questionnaires

Figure 1. Research process system

는 도시 내 녹지총량지표를 설정하기 위해 양적인 측면에서는 면적, 녹화율, 생체량을, 질적인 측면에서는 생물서식기능, 도시환경조절기능, 휴양기능을 주요 지표로 선정하였다. 또한, 도시숲 지속성을 평가하기 위한 지표로서 도시숲 면적, 1인당 녹지면적, 녹피율 등 양적인 측면과 종다양성, 연결녹지, 기능성, 경관 등 질적인 측면으로 구분하기도 하였다(KFS, 2006). KFRI(2005)에서는 동·식물 생물서식공간의 기능평가, 재생복원능력, 위험성, 희귀성을 지표로 평가하였고 KICT(1997)은 녹지의 생태 및 환경적 기능평가를 위해 동·식물 서식지, 소생물권으로서의 녹지기능 및 생태보호, 공기정화 및 수질보호 등의 환경, 침식보호 및 붕괴 등을, 사회적 측면으로 이용인구 등을 주요 지표로 제시하였다. 그 밖에 Shin(1995)은 대기정화, 토양보전, 수순환 등의 환경보전적 측면과 정서함양, 삶의 질 향상 등의 사회적 측면을 도시숲 평가지표로 선정하였다.

국외의 경우, 도시숲 지속가능성 평가, 도시숲 관리전략 등 다양한 측면에서 연구가 진행되고 있다. Clark *et al.*(1997)과 University of Washington(2002)은 연령, 종다양성 등 식생자원, 위원회, 시민 참여 등 커뮤니티, 정책, 규약 등 자원관리 측면으로 세분하여 지속가능성을 평가하였다. Li and Wu(2004)는 도시숲 보호 및 향상을 위해 1인당 도시숲 면적, 도시숲 비율, 녹지벨트로서의 기능을, Tree Canada Foundation에서는 도시숲 네트워크 구축 및 교육 프로그램을 통해 도시숲 관리정책을 수립하였다. Dwyer *et al.*(2003)은 도시림의 특성을 토지이용 다양성, 생물다양성, 자연과 인간과의 연결성, 인간에 의한 변화성으로 보았다. 독일의 경우 지속성에 관한 논의는 18세기 초부터 시작되었는데(Schanz, 1996) 도시림은 현세대 뿐만아니라 후손들의 지속가능한 이용을 위해서도 지속가능성의 고려는 필수적이라고 하였다(Grey and deneke, 1978; Beattie *et al.*, 1993). Rodewald(2003)은 생태적, 경제적, 사회적 그리고

문화적 측면을 고려하여 크게 토지 및 녹지 경제에 관한 지속성 평가를 제안한 바 있다. 결국 지속가능한 경제적, 생태적인 범위가 중요하며 사회적, 시간적 그리고 공간적인 측면에 의해 영향을 받으므로 이를 평가할 수 있어야 한다고 하였다.

자연림의 지속가능성은 목재 등 재화의 지속적인 생산을 의미하는데 반해, 도시림의 지속가능성은 대기정화 등 인간에게 주는 서비스의 지속을 의미한다(Clark *et al.*, 1997; Dwyer *et al.*, 2003; Ordóñez and Duinker, 2010). 이러한 이유로 자연림의 지속가능성을 평가할 때는 스스로 생존·지속하는 능력이 중요한 지표인데 반해, 도시림은 인간의 간섭을 고려하여 평가하는 것이 바람직하다(Clark *et al.*, 1997). 결과적으로 도시림의 지속가능성은 자체의 생존과 유지만을 의미하는 것이 아니라 대기정화, 홍수예방, 미기후조절, 심리적 안정감, 야생동물 서식처로서의 기능과 같은 생태적 서비스들이 미래에도 유지될 수 있는가를 의미하는 것이다. 도시림에서 사회적·경제적 지속가능성이란 도시림이 사람에게 주는 대기정화, 홍수예방, 도시미기후 조절, 도시민의 심리적 안정감, 야생동물 서식처 제공 등과 같은 효용의 지속가능함을 의미한다. 인간의 간섭이 전제된다면 James *et al.*(1997)은 지속가능한 도시림을 위한 정책에서 사회적, 경제적, 생태적 지속가능성이 필수적으로 고려되어야 한다고 하였으므로 본 연구에서의 도시림 평가는 세가지 항목 중 생태성이 가지는 상대적인 중요성을 평가하는 것으로 시작하였다(Figure 2).

전문가 설문을 통해 도시림 건전성 파악시 평가해야 하는 대분류 항목에 대한 중요도는 생태성이 6.5점으로 가장 높았고 사회성 5.7점, 관리성 4.8점 이었다. 결국 생태성이 도시림 지속성 평가를 위한 가장 중요한 항목이며 사회성, 관리성의 순으로 중요함을 확인할 수 있었다. 평가지표간의 상대적인 중요도인 가중치에 있어서는 생태적 건전성은 전

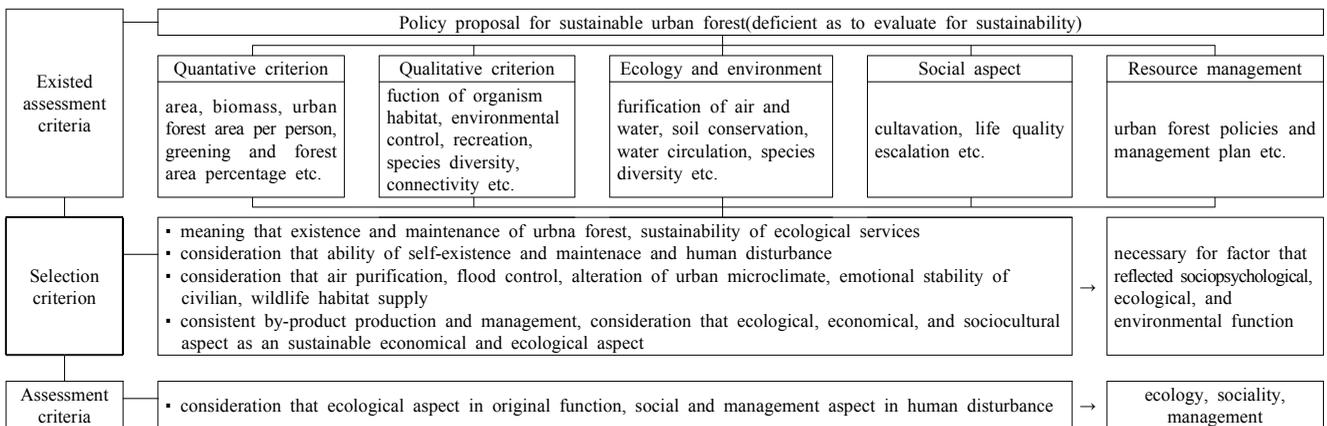


Figure 2. Selection system for urban sustainable evaluation criterion

체 10중에 5점의 비율이 가장 높았고 평균적으로는 4.2(2 ~ 6)점이었고 관리성은 2점의 비율이 가장 높았고 평균 2.6 (1 ~ 6)점이었다. 사회성은 3점의 비율이 가장 높았고 3.3 (1 ~ 6)점이었다. 이상을 종합해보면 생태적 건전성과 관리성, 사회성의 상대적인 가중치의 평균은 4.2:2.6:3.3이나 점수의 비중을 고려하면 5:2:3으로 생태적 건전성의 가중치가 가장 높고, 사회성, 관리성의 순으로 중요한 것으로 분석되었다. 결국 사회환경과 생물환경이 어우러진 도시림의 평가를 위해서는 외부적인 요인이 고려되는 것이 당연하나 고유의 기능과 본질적인 가치인 생태성이 다른 가치에 비해 우선한다는 결론이 도출되었다.

2. 도시림 세부 평가지표

생태적 건정성 지표는 문헌고찰을 통한 지표선정, 적용빈도를 고려한 지표선정, 설문분석을 통한 지표확정으로 진행하였다. 1단계에서는 식생구조와 관련된 14개, 야생조류와 관련된 11개 문헌을 각각 고찰한 결과 서식처로서의 도시림 평가를 위해 적용가능한 지표 항목은 각각 14개, 8개씩

도출되었다. 2단계에서는 전체 항목 중 적용빈도 4회 이상 사용된 7개, 3개 항목을 추출하여 설문분석의 대상으로 확정하였다. 3단계에서는 전문가 설문 분석을 통한 선호도 분석과 지표의 중복여부를 검토하여 지표를 확정하였다 (Figure 3).

1) 식생 평가 지표

식생 평가 지표를 선정하고자 국내외의 평가기준에 관련된 문헌을 분석한 결과 지역내 생물서식공간의 분화를 판단할 수 있는 다양성(Ractliffe, 1971; Volk, 1995), 외부 또는 내부의 교란 요인에 대한 도시림 자체의 안정화 정도 또는 회복가능성을 판단할 수 있는 면적(Ogle, 1981; Peterken, 1974; Woodland *et al.*, 1995), 식생은 교란 이후 주변 환경과의 조화를 이루어 변해가는 천이과정을 거치는데 이를 확인할 수 있는 우점종의 수령분석 자료로 평가하는 발생기간(Witting and Schreiber, 1983), 도시림 자체의 건전성 및 자생성을 판단하는 자연성(Ractliffe, 1971; Tans, 1974; Volk, 1995; Woodland *et al.*, 1995), 고유종의 분포정도, 식생의 특이성 등을 위한 희소성(Volk, 1995; Kwon, 2003)

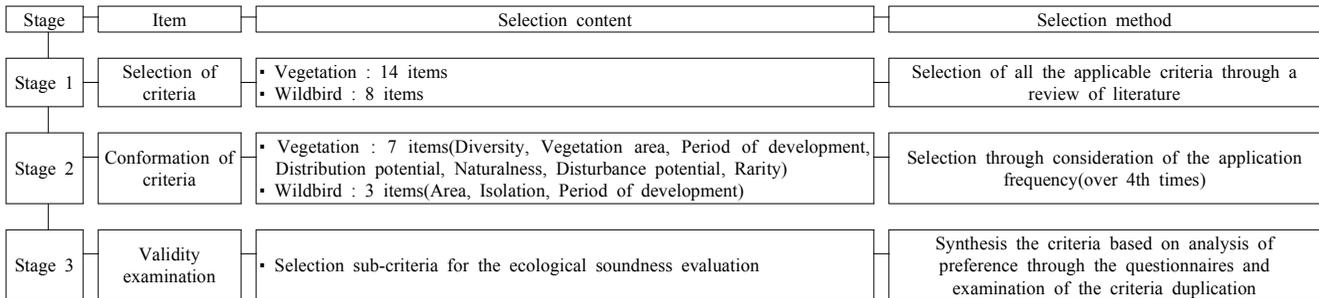


Figure 3. Diagram of ecological soundness evaluation system

Table 1. Evaluation items associated with vegetation among the natural ecosystem assessment

Classification	Diversity	Representative	Area	Period of development	Distribution potential	Connectivity	Naturalness	Disturbance potential	Rarity
Ractliffe(1971)	o	o	o	-	-	o	o	-	o
Peterken(1974)	o	-	o	-	-	-	-	o	o
Tans(1974)	o	-	o	-	o	-	o	o	o
Ogle(1981)	o	o	o	-	-	-	-	-	-
Wittig and Schreiber(1983)	-	-	o	o	o	-	-	-	o
Volk(1995)	o	o	-	-	-	-	o	-	o
Woodland <i>et al.</i> (1995)	o	-	o	o	-	o	o	-	o
Choi(1996)	-	-	o	o	-	-	o	-	o
SMG(2000)	-	-	o	-	o	-	-	-	o
Choi(2004)	o	-	o	o	-	o	o	-	-
Kwon(2003)	o	-	-	-	o	-	o	o	o
SMG(2009)	o	-	-	-	-	-	o	o	-
SMG(2010a)	o	-	-	-	-	-	-	-	-
SMG(2010b)	-	-	o	-	-	-	-	-	-

이 가장 많은 빈도로 활용되었다. 일반적으로 면적이 넓고 기반 환경과 장기간 상호작용해온 수령이 높은 숲에 다양한 종이 살 수 있다는 것을 무시할 수 없으므로 이를 고려한 지표 선정이 필수적이라고 하겠다(MacArthur and Wilson, 1967; Woodland *et al.*, 1995). 또한 인간의 간섭과 피해정도가 적을수록 가치가 있다고 하였으나 상대적인 자연성의 가치를 결정하는 것이 어려우므로 자연성을 간섭의 배제 정도로 평가하기도 한다고 하였다(Cole, 1983; Choi, 1996). 이 외의 요소로는 분포잠재성, 소멸위험성, 훼손잠재성, 대표성 등이 선정되었다(Table 1).

2) 야생조류 서식처 평가 지표

숲과 야생조류와의 상호관계에 있어서 도서생물지리설에서 면적이 넓을수록 거점녹지와 거리가 가까울수록 종 다양도는 높아진다고 하였고(Forman, 1995) 구조와의 관계성에 있어서는 관목이 밀생할수록 다양성은 높아지는 것으로 분석하였으나 임상상태는 큰 관련성이 없는 것으로 나타났다(Hayama *et al.*, 1996). 도시림에 있어서는 혼효림과 하층식생이 발달한 곳이 높다고 하였다(Hayama, 1994). 야생조류의 다양성에는 면적, 식생의 다양성, 층위구조의 다양성이 가장 많은 영향을 미치는 것으로 판단되며, 문헌을 참조한 결과에서도 야생조류의 서식처 평가에 있어서 면적

이 가장 많은 빈도로 활용되었다(Linehan *et al.*, 1995; Robbins *et al.*, 1989; Jansson, 2002). 결국 지표로는 면적이 넓을수록 주변 녹지와 거리가 가까울수록 생물다양성은 늘어난다고 하였으므로(Forman, 1995) 안정성을 판단할 수 있는 면적, 장기적인 측면에서 종의 생존가능성을 판단할 수 있는 고립성(MacArthur and Wilson, 1967; Tilghman, 1987; Soule, 1987), 일반적으로 층위구조가 발달할수록 종 다양성은 늘어난다고 하였으므로(Cole, 1983) 종의 풍부도를 평가할 수 있는 숲의 발달정도(Diamond, 1986; Tilghman, 1987; Soule, 1987; Lee, 1994; Park, 1994; Jansson, 2002)가 가장 많은 빈도로 활용되었다. 이 외에도 섬으로 고립기간, 간섭정도 등이 평가 항목으로 선정되었다(Table 2).

3) 지표 선정

도시화 지역내에 파편화되고 패치화된 도시림의 건전성을 평가하기 위한 기준 선정에 있어서는 현재의 가치와 미래의 가능성이 동시에 고려되어야 한다고 하였다(Kleyer, 1994). 현재의 가치는 도시림의 안정성과 다양성에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 면적과 교란 정도를(Peterken, 1974), 미래의 가능성에서는 발전 가능성과 건전성을 평가할 수 있는 기준을 고려하는 것이 바람직하다고 하여(Kim and Lee, 1977) 이를 고려하였다. 결과적으로 야생조류와 도시

Table 2. Evaluation items associated with characteristics of wildbird habitat

Classification	Area	Disturbance	Isolation	Period of isolation	Period of development
Marthur and Wilson(1963, 1967)	o	-	o	o	o
Linehan <i>et al.</i> (1995)	o	-	-	-	o
Gavareski(1976)	o	-	-	-	-
Diamond(1986)	o	-	-	-	o
Tilghman(1987)	o	o	o	-	o
Soule(1987)	o	-	o	o	o
Robbins <i>et al.</i> (1989)	o	-	o	-	-
Lee(1994)	o	o	-	-	o
Park(1994)	o	-	-	-	o
Jansson(2002)	o	-	-	-	o

Table 3. Result of evaluation criteria correlation analysis as ecological aspect

Classification	Unstandardized coefficients		standardized coefficients	t	significance probability	
	B	Standard Error	β			
Vegetation	Diversity	-0.028	0.094	-0.048	-0.3	0.767
	Vegetation area	0.167	0.147	0.204	1.132	0.268
	Period of development	0.325	0.13	0.428	2.501	0.019
	Distribution potential	-0.13	0.121	-0.212	-1.076	0.291
	Naturalness	0.182	0.112	0.29	1.615	0.118
	Disturbance potential	-0.001	0.111	-0.001	-0.005	0.996
	Rarity	0.043	0.103	0.073	0.417	0.68
Wildbird	Area	0.082	0.082	0.14	0.72	0.477
	Isolation	0.068	0.068	0.107	0.541	0.593
	Period of development	0.204	0.204	0.317	1.841	0.075

림과의 관계성에 있어서 종다양성에는 면적이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고 녹지의 다양성, 층위구조 등의 요소가 관련있는 것으로 분석되었으며(Hayama, 1994; Cho, 1993) 이 외에도 문헌 분석결과 도시림의 평가에 빈도 높게 활용된 발생기간, 희소성, 고립성, 숲의 발달정도가 건전성 평가의 중요한 항목으로 도출되었다. 평가지표를 확정하고자 식생 및 야생조류 관련된 예비지표 10개를 대상으로 분산분석을 실시한 결과 생태성과 야생조류와 관련된 숲발달정도, 면적 등과의 관계는 유의확률 0.074로 회귀계수가 유의미한 의미가 없었다. 반면, 식생과 관련된 다양성, 식생 면적 등의 7개 항목은 0.026으로 회귀식의 유의성, 오차범위가 0.05 이하로 유의성이 있는 것으로 분석되었다(Table 3).

도시림의 생태적 건전성을 평가하기 위해 사용해 온 식생 및 야생조류 관련 지표들 중 빈도가 높은 항목을 대상으로 한 전문가 설문조사를 실시한 결과, 식생관련 지표에서는 희귀성, 훼손잠재성, 자연성, 면적, 다양성, 발생기간, 야생조류관련 지표에서는 숲의 발달정도, 면적의 중요성이 가장 높았다. 설문조사를 통해 총 8개 항목이 소분류 지표로 활용될 수 있는 것으로 분석되었다. 자연성과 희귀성은 각각 식생의 자생성 및 발달 단계상의 가치를 부여하기 때문에 용어를 그대로 적용하였다. 나머지에 대해서는 중복성과 대표성을 고려하였는데, 식생은 녹지의 면적이 넓을수록 회복가능성과 안정성이 높고(Ogle, 1981; Peterken, 1974; Woodland *et al.*, 1995) 야생조류의 다양성은 녹지 면적에 비례하다고

하여(Forman, 1995) 면적으로 대비되는 공통항목은 안정성으로 통합하였다. 한편, 자연림의 천이과정은 수령에 의해 판단할 수 있고(Witting and Schreiber, 1983) 연령이 높을수록 안정되었음을 확인할 수 있으므로 발생기간은 잠재성으로, 야생조류는 층위구조가 발달할수록 흉고직경급이 클수록 다양한 종이 서식할 수 있으므로(Cole, 1983) 서식처 역할을 할 수 있는 흉고직경급을 나타내는 숲의 발달정도는 서식가능성으로 각각 용어를 정리하였다(Table 4).

4) 지표별 평가 기준

(1) 안정성

도시생물지리설에 따르면 고립된 녹지는 면적이 넓을수록 거점녹지와외의 거리가 가까울수록 내외부의 교란요인에 안정적이라고 하였으므로 안정성은 도시림이 안정된 상태를 유지할 수 있는 최소 및 최대면적을 기준으로 평가하였다(Forman, 1995). Ogle(1981)는 교란요인에 따른 숲의 안정 및 회복이 가능한 면적을 규정함에 있어서 면적 40ha 이상인 녹지는 외부의 조건에 관계없이 안정적이나 10ha이하일 때에는 불안정하다고 하였으므로 이를 기준으로 하였다. 또한 경관생태학에 있어서 생물서식의 안정성을 위해서는 4~5개 정도의 패치가 있어야 하며 일반적으로 2~3개 정도의 패치를 요구한다고 하였다(Dramstad *et al.*, 1996). 이를 바탕으로 면적과 패치의 개소수를 조합하여 안전성을 평가하고자 하였다(Table 5).

Table 4. Arrangement of correlation between item taken by questionnaires and sub-criteria

Criteria	Explanation of criteria	Assessment criteria
Area for vegetation and wildbird stability	▪ The wider green area is helpful for stability of urban forest, so terminology used is settled stability	Stability
Disturbance potential, naturalness	▪ naturalness of urban forest is influenced by degree of vegetation alteration, so terminology used is settled naturalness	Naturalness
Rarity	▪ species that emerged later successional stage is more valuable urban forest, so terminology used is settled rarity	Rarity
Period of development	▪ potential stability of urban forest is identified through the tree year, so terminology used is settled potentiality	Potentiality
Development level of forest	▪ wildbird habitat is affected by DBH level, so terminology used is settled potential of Inhabitation	Inhabitation potential

Table 5. A method and criteria for stability assessment

Classification	내용	
Goal	▪ To determine the value of diversity in the urban, the analysis used criteria like stability of vegetation, patch area that most influence the inhabitation of wildlife etc.	
Data collection	Necessity for detailed classification sub-green(i.e. forest, grassland etc.)	
Evaluation grade and priority	I. more than 5 : area \geq 40ha	3
	II. 2~4 : area \geq 40ha	2
	III. less than 1 : area \geq 40ha	1
Scale/Data property	1:5,000 ~ 1:1,000 / GIS Data	
Acquisition method	Usage of satellite image and higher resolution aerial photo, supplement of field survey	
Available Data	Land cover classification map, stock map, actual vegetation, biotop map, Degree of Green Naturality	

안정성을 평가하기 위한 면적 산정은 AutoCAD MAP 6 프로그램을 이용하여 산지형 녹지의 경계를 도면화하고 Arc-View 3.2 프로그램에 의해 녹지별 면적을 산출할 수 있다.

(2) 자연성

자연성은 상대적인 자연성을 의미하는 것으로(Choi, 1996) 간섭의 배제 정도 즉, 자생종 및 외래종의 비율, 하층 훼손 상태 등 평가 기준으로 제시하였다(Ractliffe, 1971; Cole, 1983). 자생종과 식재종이 혼효된 숲에서의 현존식생 구분은 피도 30%이상인 우점종이 2종 이상일 경우에 혼효림으로 표현하고 우점 군락은 50%를 기준으로 설정하였으므로 이를 기준으로 우점종의 변화정도를 파악하였다(Tans, 1974). 하층식생의 훼손여부에 대해서는 교목층, 아교목층, 관목층의 3개 층위로 구분하고 50% 이상의 외래종이 출현하는 경우 훼손비율이 높은 숲으로 평가한 Lee(2005)의 연구를 바탕으로 3등급으로 구분하였다(Table 6).

자연성을 평가하기 위한 식생 유형별 면적은 비오톱 자료를 바탕으로 소나무, 참나무류 등 자생종 우점지역을 자연림으로, 아까시나무, 리기다소나무 등 외래종 우점지역을 인공림으로, 자연림과 인공림이 경쟁하고 있는 혼효림으로 구분하였다. 각 유형별 면적은 AutoCAD MAP 6 프로그램을

이용하여 식생유형별 녹지경계를 도면화하고 Arc-View 3.2 프로그램에 의해 현존식생유형별 면적을 산출할 수 있다.

(3) 희귀성

희귀성은 서식지 형태의 풍부한 정도를 고려한 것으로 서식지 형태가 다양할수록 야생생물이 환경과 상호작용하는 비율이 높다고 하였기 때문에 천이단계 및 식생 변화정도를 평가하였다(Woodland *et al.*, 1995). 우리나라 온대림의 천이계열 중 자연림은 소나무에서 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등 참나무류로, 이후에 서어나무, 까치박달, 물푸레나무 등 극상수종이 우점하는 단계로 진행된다고 하였다(Kang and Oh, 1982; Lee *et al.*, 1990a; 1990b; Park *et al.*, 1988; Cho, 1993). 한편, 아까시나무, 현사시나무, 리기다소나무 등의 인공림은 시간이 흐르면서 상수리나무, 신갈나무 등 참나무류로 변화된다고 하였다(Bucheon, 1997; Choi and Lee, 1993). 천이의 진행여부 및 변화정도를 판정하는 비율은 70% 이상일 경우 안정적인 상태로 판단한 Ractliffe(1977)의 기준과 변화의 기준을 50% 이상과 미만으로 구분한 Ogle(1981)과 Tans(1974)의 연구 결과를 혼용하였다. 희귀성은 천이단계를 평가하는 것으로 초기보다는 후기단계의 계열이 희소하다고 하였으므로 천이후기의 자연림, 천이초기 또는 중기의 자연림, 인공림 또는 인공조림

Table 6. A method and criteria for naturalness assessment

Classification	Contents
Goal	▪ To determine the alteration degree of vegetation, the analysis used criteria like disturbance level(percentage of native and alien species)
Data collection	Species composition status, vertical stratification, density
Evaluation grade and priority	I. natural vegetation area that did not disturb is more than 70% 3 II. natural vegetation area that did not disturb is 50~70% 2 III. natural vegetation area that disturbed is less than 50%(shrub layer is seriously disturbed forest) 1
Scale/Data property	1:5,000 ~ 1:1,000 / GIS Data
Acquisition method	Usage of satellite image and higher resolution aerial photo, supplement of field survey
Available Data	Land cover classification map, stock map, actual vegetation, biotop map, Degree of Green Naturality

Table 7. A method and criteria for rarity assessment

Classification	Contents
Goal	▪ The analysis used criteria such as succession stage, rarity of vegetation development, and stratification formed or not
Data collection	Species composition status, Diameter of breast height(DBH), tree age, judgement whether native species or not
Evaluation grade and priority	I. Natural forest of late successional stage : Deciduous broad-leaved forest natural forest more than 70%(more than 50% is Deciduous broad-leaved forest) 3 II. Early or middle successional stage : Pinus densiflora, Quercus spp. natural forest more than 70%(more than 50% is Pinus densiflora or Quercus spp.) 2 natural forest 50~70%((more than 50% is Deciduous broad-leaved forest) III. natural forest included artificial forest or artificial planted species) natural forest more than 50~70%(more than 50% is Pinus densiflora or Quercus spp.) 1 natural forest less than 50%
Scale/Data property	1:5,000 ~ 1:1,000 / GIS Data
Acquisition method	Usage of satellite image and higher resolution aerial photo, supplement of field survey
Available Data	Land cover classification map, stock map, actual vegetation, biotop map, Degree of Green Naturality

종이 포함된 자연림으로 구분하여 각각의 비율에 따라 3등급으로 구분하였다(Table 7).

(4) 잠재성

잠재성은 발생기간에 따라 평가한 것으로 수령이 높은 지역이 다양성이 높다고 하여 이를 기준으로 삼고자 하였다(Cole, 1983). 우리나라는 자연림 수령 20년을 보존과 개발의 기준으로 제시하고 있으나(LH, 2001) 경기도 지역의 개발예정지를 대상으로 숲의 가치를 평가한 Kwon(2003)에 의하면 20년 이상되는 숲의 비율이 낮으므로 이하의 숲도 보전가치가 있다고 하였다. Witting and Schreiber(1983)과 Choi(1996)은 발생기간에 따라 숲을 구분한 결과 10년 미만의 숲 또는 생태계는 발생초기 단계로 안정성이 떨어진다고 하였다. Lee(2005)도 도시림의 안정성을 수령에 따라 발생초기, 유령단계, 안정단계 등 3단계로 구분한 바 있어 이를 기초로 본 연구에서도 3단계로 구분하였다. 발생기간을 평가하기 위한 수종별 수령은 우점종에 대하여 성장추를 이용하여 목편을 추출하고 규격에 따른 수령을 산정하여 전체에 적용하였다(Table 8).

(5) 서식가능성

숲 발달정도를 교란없이 오래된 숲이 내외부의 교란을 탄력적으로 방어할 수 있다고 제시한 바 있으며(Cole, 1983),

흉고직경급이 늘어날수록 다양한 야생조류의 서식을 예측하고 있어 이를 기준으로 등급을 구분하였다(Sandstrom *et al.*, 2006). 이에 서식가능성은 교목층 우점종의 자연성과 흉고직경급만을 고려하여 평가하였다. 대경급은 흉고직경 25cm 이상, 중경급은 흉고직경 15~25cm, 소경급은 15cm 미만으로 기준을 설정하여 판단하였다(Park, 1994; Choi, 2004; Lee, 2005). 흉고직경급 산정은 기존 자료를 바탕으로 녹지별 현존식생유형에 따른 규격자료를 바탕으로 Excel 프로그램을 이용하여 자생종과 식재종의 혼효림의 평균 흉고직경급을 산출할 수 있고 이를 바탕으로 등급을 부여하도록 하였다(Table 9).

기존 연구에 의하면 도시림의 지속성은 생태계 서비스의 지속을 의미하며(Clark *et al.*, 1997; Dwyer *et al.*, 2003; Ordóñez and Duinker, 2010) 인간간섭이 고려되어야 하므로(Clark *et al.*, 1997) 평가를 위해서는 생태성 뿐만 아니라 사회성, 관리성도 고려되어야 한다고 하였다(Rodewald, 2003; James *et al.*, 1997). 이러한 측면에서 본 연구가 중점을 둔 생태성 평가지표는 양과 질 모두를 고려했다는 측면에서 방향성은 적합한 것으로 판단되나 향후에는 생태성, 사회성, 관리성이 종합적으로 고려된 지표의 개발이 필요할 것으로 판단된다. 또한 지표별 평가 기준을 설정함에 있어서 적용 또는 평가의 어려움을 우려하여 3개 등급으로 단순화 하였으나 지역 또는 시도간의 차별성, 식별성을 높이기

Table 8. A method and criteria for potentiality assessment

Classification	Contents	
Goal	▪ To determine the stability stage of forest, the analysis used criteria like tree age and recent growth trend of dominant species	
Data collection	Species name, Diameter of breast height(DBH), tree age, judgement whether native species or not	
Evaluation grade and priority	I. Natural vegetation : over 50years(stable natural forest nearly climax) or 20~50years(stable natural forest) / artificial vegetation : over 50years	3
	II. Natural vegetation : 10~20years(early stage of succession) / artificial vegetation : 20~50years(unstable forest)	2
	III. Natural vegetation : 3~10years(early stage of succession), less than 3year(bare or grassland) / artificial vegetation : over 20years	1
Scale/Data property	1:5,000 ~ 1:1,000 / GIS Data	
Acquisition method	Usage of satellite image and higher resolution aerial photo, supplement of field survey	
Available Data	Land cover classification map, stock map, actual vegetation, biotop map, Degree of Green Naturality	

Table 9. A method and criteria for inhabitation potential assessment

Classification	Contents	
Goal	▪ To determine inhabitation potential of wildbirds, DBH criteria of dominant species are using as a way to evaluate the forest development degree	
Data collection	Species composition, Species name, Diameter of breast height(DBH) etc.	
Evaluation grade and priority	I. Natural vegetation : DBH ≥ 25cm	3
	II. Natural vegetation : DBH 15~25cm / Artificial vegetation : DBH ≥ 25cm	2
	III. Natural vegetation : DBH 5~15cm / Artificial vegetation : DBH < 25cm	1
Scale/Data property	1:5,000 ~ 1:1,000 / GIS Data	
Acquisition method	Usage of satellite image and higher resolution aerial photo, supplement of field survey	
Available Data	Land cover classification map, stock map, actual vegetation, biotop map, Degree of Green Naturality	

위한 등급의 세분화는 세밀한 연구가 필요한 것으로 사료된다. 또한 평가를 통해 도시림을 양호, 개선필요, 불량 등의 등급으로 구분할 경우 상대적인 또는 절대적인 기준의 적용 여부도 차후에는 필요한 연구인 것으로 판단되었다.

REFERENCES

- Beattie, M., C. Thompson, L. Levine(1993) Working with your woodland. Univ. Press of New England. 273pp.
- Bucheon(1997) Master plan of urban landscape forest construction(renewal of forest speceis) . 215pp. (in Korean)
- Cho, W.(1993) Studies on the Enhancement of the Species Diversity for the Plant and Avifauna by the Urban Forest Management. Univ. of Seoul Thesis of Master degree. 91pp. (in Korean with English abstract)
- Choi, J.W.(2004) Study on the Enhancement Methods for the Wildbird Migration and the Habitat Structure in Green Corridor. Univ. of Seoul Thesis of Master degree. 129pp.
- Choi, S.H. and K.J. Lee(1993) A Study on the Change of the Plant Community Structure for Five years in Puk'ansan National Park. Journal of Korean Applied Ecology 7:35-48. (in Korean with English abstract)
- Choi, S.H.(1996) A Study on the Environmental Impact Assessment Technique of Forest Ecosystem: Nature Evaluation of Vegetation. Univ. of Seoul Dissertation of Ph.D. 149pp.(in Korean with English abstract)
- Chung, S.O.(2009) Planning System on Conservation and Improvement of Urban Forest: A Case Study in Daejeon City, Korea. Journal of Korean Society of Rural Planning 15(4): 135-146.(in Korean with English abstract)
- Clark, J. R., N. P. Matheny, G. Cross and V. Wake(1997) A model of urban forest sustainability. Journal of Arboriculture 23:17-30.
- Cole, L.(1983) Urban nature conservation. In: A. Warren and F. B. Goldsmith(eds.). Conservation in perspective Wiley.
- Diamond, J.(1986) Overview : laboratory experiments, field experiments, and natural experiments. In : Diamond, J., Case, T. J.(Eds), community Ecology. Harper and Row, New York, USA, pp. 3-22.
- Dramstad, W.E., J.D. Olsen, R. T. T. Forman(1996) Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Harvard University Graduate School of Design, Washington, D.C., 80pp.
- Dwyer, J. F., D. J. Nowak, M. H. Noble(2003) Sustaining urban forests. Journal of Arboriculture 29:49-55.
- Forman, R. T. T.(1995) Land mosaics: the ecology of landscape and regions. Cambrige university press, Cambrige, 632pp.
- GNDI(Gyeongnam Development Institute)(2007) Urban forest analysis and Policy Study in Gyeongnam. 27pp. (in Korean)
- Grey, G. W. and F. J. Deneke(1978) Urban Forestry. John Wiley & Sons, Inc. 279pp.
- James R. Clark, Nelda P. Matheny, Genni Cross and Victoria Wake(1997) A Model of urban forest sustainability. Journal of Arboriculture 23(1): 17-30.
- Jansson, G.(2002) Scaling and habitat proportions in relation to bird diversity in managed boreal forests. Forest Ecology and Management 157: 77-86.
- Kang, Y.S. and K.C. Oh(1982) An application of ordination to Kwangnung forest. Korean Journal of Botany 25(2):83-99. (in Korean with English abstract)
- Katagiri Yukiko, Yamshita Hideya, Ishikawa Mikiko(2004) A Study on the Database of the Watershed Unit Based on the Common Data, and the Analysis and Evaluation Method for the Openspace Planning. Landscape Research Japan 67(5):793-798.
- KFRI(Korea Forest Research Institute)(2002) Effective magement scheme of the urban forests. 160pp. (in Korean)
- KFRI(Korea Forest Research Institute)(2005) Ecological value of urban forest. 41pp (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2004) Research on the actual condition of Urban Forest.(in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2007) . A Study on Comprehensive Establishment and Management of Parks, Greens and Urban Forests in Cities. 169pp. (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)(2008) 2008 Report of Urban Forestry Policy. 90pp. (in Korean)
- KFS(Korea Forest Service)KFS(Korea Forest Service)(2006) Establishment Method of Urban Forest for Eco-city. (in Korean)
- KICT(Korea Institute of Construction Technology)(1997) Management of the Total Amount of Greeneries. 181pp. (in Korean)
- Kim, D.H., E.G. Kim, J.S. Yang, H.G. Kim, H.J. Shin(2011) An Econometric Analysis of Mitigating Urban Heat Island Effect with Urban Forest. Journal of Korean Forest Society 100(1): 79-87. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.H. and E.J. Lee(1997) Multicriterion Matrix Technique of Vegetation Assessment: A New Evaluation Technique on the Vegetation Naturalness and Its Application. Journal of Ecology and Environment 20(5): 303-313. (in Korean with English abstract)
- Kleyer, M.(1994) Habitat network schemes in Stuttgart. in London planning and ecological networks(eds. Edward, A. Cook and Hubert, N. Van Lier). Elsevier, Amsterdam, 249-272.
- KREI(Korean Rural Economic Institute)(2001) Improvement Methoss of Urban Forest Management Policy. 97pp. (in Korean)
- KRIHS(Korea Research Institute for Human Settlements) (1997) Sustainability and Urban Development: Policies and Planning

- Strategies. Report of KRIHS. (in Korean)
- Kwon, J.O. (2003) A Study on the Ecological Evaluation for the Nature-friendly Residential Site Development Planning. Univ. of Seoul Dissertation of Ph.D. 281pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., J.C. Jo, B.S. Lee, D.S. Lee(1990b) The Structure of Plant Community in Kwangnung Forest (I) - Analysis on the Forest Community of Soribong Area by the Classification and Ordination Techniques-. Journal of Korean Forest Society 79:173-186. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., J.C. Jo, C.H. Ryu(1990a) Analysis on the Structure of Plant Community in Mt. Yongmun by Classification and Ordination Techniques. Journal of plant biology 33:173-182. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D.(2005) Assessment and connection method of fragmentary urban green space for considering wild bird movement : a case study of Seoul city. Univ. of Seoul Dissertation of Ph.D, 149pp. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D.(2007) Ecological Planning Technique for Considering Biotope Evaluation of Housing Development Districts. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 34(6):22-38. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.S.(1994) Status and improvement of urban wildlife(Forest Research Institute of SNU, Dept. of Forest Resource(ed.), The role and improvement of urban forests, 99-124). Forest Research Institute of SNU, Dept. of Forest Resource. (in Korean with English abstract)
- LH(Korean Land and Housing Corporation)(2001) A Study on Vegetation Naturalness for Environment-friendly Site Plan. Korean Land and Housing Corporation, 292pp. (in Korean)
- Li, H. and J. Wu (2004) Use and misuse of landscape indices. Landscape Ecology 19:389-399.
- Linehan, J., M. Gross and J. Finn(1995) Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. Landscape and Urban Planning 33:179-193.
- MacArther, R. H. and E. O. Wilson(1967) The theory of island biogeography. Princeton. NJ: Princeton University Press.
- Marsh, W.M.(1983) Landscape Planning: Environmental Applications. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Ogle, C. C.(1981) The ranking of wildlife habitats. New Zealand Journal of ecology 4:115-123.
- Ordóñez, C. and P. N. Duinker (2010) Interpreting sustainability for urban forests. Sustainability 2:1510-1522.
- Park, C.Y.(1994) Establishment and management of urban forests for the inhabitation of wild birds. Seoul National Univ. Thesis of Master degree. 73pp. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., K.J. Lee, J.C. Jo(1988) Structure of Forest Communities in Chiak Mountain National Park: Case Study of Guryong Temple - Birobong Area. Journal of Korean Applied Ecology 2:1-8. (in Korean with English abstract)
- Peterken, G. F.(1974) A method for assessing woodland flora for conservation using indicator species. Biological Conservation. 6:239-245.
- Ractliffe, D. A.(1971) Criteria for the selection of nature reserves. Adv. Sci., 27:294-296.
- Raimund Rodewald, R., P. Knoepfel, J.D. Gerber, C. Mauch, and Gonzalez, I.K.(2003), Die Anwendung des Prinzips der nachhaltigen Entwicklung für die Ressource Landschaft, Working Paper de l'IDHEAP 7a, UER.
- Robbins, C. S., D. K. Dawson and B. A. Dowell(1989) Habitat Area Requirements Of Breeding Forest Birds Of the Middle Atlantic States. Wildlife Monographs 109:1-34.
- Rodewald, A. D.(2003) The Importance of Land Uses within the Landscape Matrix. Wildlife Society Bulletin, 31(2):586-592.
- Sandstrom, U.G., P. Angelstam and G. Mikusinski(2006) Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. Landscape and Urban Planning 77(2006):39-53.
- Schanz, H.(1996), Forstliche Nachhaltigkeit – Sozialwissenschaftliche Analyse der Begriffsinhalte und Funktionen. Dissertation. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg, Band 4
- Shin, S.S. (1995) Socio - Psychological Model Integrated Evaluations of Forest Recreation Values. Journal of Korean Forest Society 84(4):456-464. (in Korean with English abstract)
- SMG(Seoul Metropolitan Government)(2000) Eco-city Construction Guide Establishing and Biotop Status Survey in Seoul for Application Urban Ecosystem Concept to Urban Plan: the 1st-year Report.. 245pp. (in Korean)
- SMG(Seoul Metropolitan Government)(2008) Research on the actual condition of Urban Forest. 313pp. (in Korean)
- SMG(Seoul Metropolitan Government)(2009) A Study on a Forest Healthy and Bio-diversity of Seoul. 573pp. (in Korean)
- SMG(Seoul Metropolitan Government)(2010a) Survey of Urban Forest Ecosystem of Seoul: 3rd Step. 547pp. (in Korean)
- SMG(Seoul Metropolitan Government)(2010b) 2010 Modifying and Developing of Urban Ecosystem Status Map: 2nd year Report. 464pp. (in Korean)
- Soule, M. E.(1987) Introduction, pp. 1-10, In : M. E. Soule(ed.). Viable Population for Conservation. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Tans, W.(1974) Priority ranking of biotic natural areas. Michigan Botanist 13:- 31-39.
- Thompson, R., N. Pillsbury and R. Hanna (1994) The Elements of Sustainability in Urban Forestry. Riverside, CA, USA:

- California Department of Forestry and Fire Protection, City of Riverside.
- Tilghman, N. G.(1987) Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban Planning* 14:481-495.
- University of Washington(2002) Seattle urban forest assessment: sustainability matrix. 36pp.
- Usher, M.B and W. Erz(1994) Erfassen und bewerten von Lebensraeumen: Merkmale, Kriterien, Werte. 31pp.
- Volk, T.(1995) *Metapatterns : Across Space, Time, and Mind*. New York, NY : Columbia University Press.
- Wilcove, D. S., C. H. McLellan and A. P. Dobson(1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. pp. 237-256, In: M.E. Soule(ed.). *Conservation Biology: The Science of scarcity and Diversity*. Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc.
- Wittig, R. and K. Schreiber(1983) A Quick method for assessing two importance of openspace in town for urban nature conservation. *Biological conservation* 26:57-64.
- Woodland, C., M. Hough and M. K. Sijpesteijn(1995) *Restoring natural habitats-a manual for habitat restoration in the Greater Toronto Bioregion-*. Waterfornt Regeneration Trust, 179pp.
- Yoshikazu Hayama(1994) Fundamental Studies for the relationship between Vegetation and Avifauna in the Urban Forest at Breeding Season, *Landscape Research Japan* 57(5):229-234.
- Yoshikazu Hayma , Takashi Rikio, Katsuno Takehiko, (1996) The Relationship between Wood Structure and Avifauna at Higashiyamoto Park. *Landscape Research Japan* 59(5):89-92.
- Yunosuke Hishinuma(1979) Studies on the Identification of the Stand Vigorous Grade in Natural Forest by Aerial Photographs. *Research bulletin of the Hokkaido University Forests* 36(1), p1-77.