

녹지기능 증진을 위한 계획전략 연구[†]

조현길* · 안태원** · 김한수**

*강원대학교 조경학과 · **강원대학교 대학원 조경학과

I. 서론

수목, 초본 및 토양으로 구성된 녹지는 주민의 건전한 삶을 유지하는데 없어서는 안 될 필수요소로서, 생활환경의 질을 제고하는 다양한 기능을 발휘한다. 복사열 차단, 증발산 및 방풍을 통해 미기후를 개선하고 건물의 냉난방 에너지 소비를 절약한다. 흡착과 흡수기작을 통하여 대기 CO₂ 및 오염물질 농도를 저감한다. 우수를 저장하고 용존 오염물질을 흡수하여 물순환에 기여하고 수질오염을 완화한다. 야생동물의 먹이원과 은신처를 제공하여 다양한 야생동물종의 서식에 기여한다. 또한, 녹지는 이러한 환경생태적 기능과 더불어, 식물종 각각이 지니는 고유의 형태, 색채, 질감, 크기 등의 어우러짐과 계절 변화를 통해 자연경관미를 제공하고, 경관감상, 자연체험, 휴식, 운동 등 다양한 여가활동의 장소를 제공하는 역할을 담당한다.

각종 개발사업과 도시팽창은 주변의 자연녹지를 잠식하여 왔고, 개발된 도심 내에는 빈약한 녹지 확보로 인해 상기한 녹지기능이 제한되는 상황이다. 게다가 녹지조성에 있어 식재기법, 식재공간 배분, 수종 구성, 관리 등의 측면에서 적지 않은 문제점을 노출하며, 녹지조성 사업을 통해 달성하려는 녹지기능이 무엇인지 불분명하다. 개발된 도심 내 부족한 녹지면적을 고려하면, 주거지, 상업지 등의 정원녹지를 비롯해 공원, 가로 및 수변녹지는 녹지 확충 및 기능 증진 차원에서 가장 이슈가 되는 대상이다. 본 연구의 목적은 녹지가 제공하는 다양한 기능을 분석하여 그 효과를 최대화할 녹지구조를 탐색하고, 현 녹지조성 및 관리의 문제점을 분석하여 녹지기능을 증진할 바람직한 계획전략을 제시하는 것이다.

II. 연구내용 및 방법

1. 녹지기능 및 효과 분석

녹지의 환경생태적 기능은 관련 연구를 바탕으로 미기후 개선, 에너지 절약, 대기 정화, 수질 제어 및 물 순환 등의 효과를 계량 분석하였다. 그리고 그 효과를 최대화할 녹지구조를 탐색

하여 기능증진 방안을 제시하는 기반정보로 활용하였다.

경관미적 기능은 설문을 통해 식재경관 유형에 대한 선호도를 조사 분석하였다. 설문내용은 수종구성, 식재밀도, 수목크기, 식재기법 등을 포함하였고, 선호도는 리커트 척도를 적용하여 설문하였다. 공원을 이용하는 일반인과 조경전공 학생 및 조경업무 전문인을 대상으로, 235부의 설문지를 배부하고 각 문항의 답변 내용을 통계 분석하였다. 설문항목 중 수종구성 및 식재밀도는 SBE(Scenic Beauty Estimation) 방법(Daniel and Boster, 1976)에 의해 경관유형간 선호도를 비교 평가하였다.

2. 녹지기능 문제점 분석

강원도 춘천시를 중심으로 현장조사와 선행 연구결과에 근거하여 녹지조성 및 관리의 문제점을 조사 분석하였다. 녹지유형은 정원, 공원, 가로 및 수변녹지의 4개 유형으로 구분하였다. 이들 유형은 도시의 빈약한 녹지를 확충하고 녹지기능을 증진하는 차원에서 가장 이슈가 되는 대상이다. 유형별 녹지구조, 식재기법, 관리 등을 포함하는 현황을 조사하여, 녹지기능을 제한하는 문제점을 도출하였다.

3. 녹지계획전략 제시

녹지유형별로 도출한 문제점을 바탕으로 녹지기능을 증진할 개선방향을 모색하여 녹지조성 사업에 적용할 녹지유형별 계획전략을 제시하였다. 이 전략은 불투수면 축소 및 녹지확충, 에너지 절약적 식재, 다층 군식 및 다령구조 조성, 휴식공간 장소성 부여, 테마가로 조성 및 관리, 수변녹지 조성 등을 포함하였다.

III. 연구결과

1. 환경생태적 녹지기능

녹지는 차양, 증발산 및 방풍을 통해 미기후를 개선하고 열섬현상을 완화한다. 즉, 여름철 주간 기온은 수목피도 10% 증

†: 본 연구는 복권기금(산림청 녹색자금)의 지원으로 수행된 결과의 일부임.

가에 따라 평균적으로 약 0.55℃씩 감소하는 것으로 분석된다(조현길과 안태원, 2006). 느티나무 수관의 차양은 여름철에 바닥면에 도달하는 태양복사의 90%를 차단하여 열축적을 제어한다(조현길 등, 2009). 흉고직경 16cm인 단풍나무의 8월 하루 증산량은 140kg으로서 이는 80m²용 냉방기를 약 12시간 가동하는 효과와 같다(조현길과 野島義照, 2000). 수목피도 10% 증가는 풍속을 10% 감소시킨다(Heisler, 1989).

이러한 미기후 개선은 건물의 에너지 소비를 절약하고 대기로의 CO₂ 배출저감에도 기여한다. 수목피도 10%인 주거지구에서 냉방에너지는 호당 연간 약 10%, 난방에너지는 1%씩 각각 절약될 수 있다(조현길과 안태원, 1999). 수목피도 20%인 주거지구에서는 그 절약효과가 약 2배나 커서, 냉방에너지를 호당 연간 19%, 난방에너지를 2% 절약한다. 한편, 건물 주변 부적절한 식재위치의 수목차양은 여름철 냉방에너지 절약보다 겨울철 난방에너지 소비를 증가시키는 역효과를 나타낸다.

도시수목의 생장에 따른 1주당 연간 대기정화 효과는 유목보다 성목이, 침엽수보다 활엽수가 더욱 양호하다. 흉고직경 20cm인 도시 침엽수는 평균적으로 1주당 연간 CO₂ 33kg, SO₂ 19g, NO₂ 38g을 각각 흡수하고 24kg의 O₂를 생산하는데(조현길 등, 2001), 흉고직경 10cm인 경우는 그 효과가 약 32~38%로 더욱 적다. 흉고직경 20cm인 도시 낙엽수의 경우는 동일직경의 침엽수보다 약 1.8배 많은 CO₂를 흡수하면서 O₂를 제공하고, 2.5배 많은 SO₂ 및 NO₂를 흡수한다. 미국 새크라멘토(Sacramento)의 도시수목에 의한 SO₂, PM₁₀ 및 NO₂의 하루 흡수량은 그 배출량의 각각 3%, 2% 및 1%에 상당하며(Scott et al., 1998), 단위면적당 대기오염물질 흡수량은 수목피도의 고저와 유관하다.

도시에서는 일반적으로 불투수면과 인공배수관이 우점하므로, 지하수량은 적은 반면 강우시 지표 수량이 많고 그 정체시간이 짧다. 녹지는 강우를 차집, 흡수, 저장하여 과도한 유거수량과 홍수를 제어하고 토양침식과 수질오염을 저감시킨다. 새크라멘토의 도시녹지 수관은 연강우량의 약 11%를 차집하는 것으로 보고된다(Xiao et al., 1998). 침엽수림의 수관은 강우가 지표면에 도달하기 전에 연강우량의 약 40%를, 낙엽수림의 경우는 20%를 각각 차집하여 증발에 의해 대기로 환원한다(Miller, 1997). 수변이나 습지의 식재는 불완전하게 처리된 하수를 정화하는데, 유입수를 1.5~2일 체류시킬 경우 수질정화 습지의 개선효과는 각각 BOD 평균 43%, SS 33%, T-N 31%, T-P 51%를 제거하는 것으로 보고된다(환경부, 2002).

2. 식재경관 유형의 경관미 선호도

전체 설문응답자의 44%를 차지하는 일반인의 사회적 특성은 남성이 51%를, 20대와 40대가 각각 40% 및 21%를, 대학교 이상의 학력이 73%를 점유하였다. 직업은 학생 34%, 상업 및

서비스업 23%, 주부 16%, 공무원 11% 등의 순이었다. 조경업무 전문인은 응답자의 약 70%가 40~50대의 교수 및 조경업 종사자이었다. 녹지에 대한 지식의 정도를 문의한 결과, '꽤 안다' 및 '매우 많이 안다'가 전체 응답자의 17%, '약간 안다'가 45%, '잘 모른다' 및 '전혀 모른다'가 38%를 각각 차지하였다.

녹지경관의 식재수종 구성에 있어 응답자 전체의 SBE 점수는 상록수, 참나무류, 화목류, 단풍나무류 등 다양한 수종의 경관이 77점으로 경관미 선호도가 가장 높았고, 다음으로 상록수와 낙엽수의 소수 수종 경관, 상록수 또는 낙엽수의 단일 수종 경관 순이었다. 응답집단별로는 전문가와 학생은 경향이 유사하였고, 일반인의 경우는 타 집단과 상반된 순이었는데 SBE 점수는 55~60점으로서 유형 간 차이가 상대적으로 크지 않았다. 여기에서, 전문가 집단은 녹지에 대한 지식수준의 설문에서 '꽤 안다' 이상에 응답한 자들을 지칭한다.

식재밀도 2~8주/100m²로 구성된 5개의 식재경관 중, SBE 점수가 가장 상위인 유형은 수관피도 약 90%인 7주/100m²이었고, 다음으로 6주/100m², 8주/100m², 4주/100m², 2주/100m² 등의 순이었다. 식재밀도 6~8주/100m²의 SBE 점수는 74점 이상인데 반해 피도 약 25%인 2주/100m²의 경우는 11점으로서 상대적으로 큰 폭의 차이를 나타냈다. 따라서, 밀도 높은 식재경관의 조성은 경관미 증진 효과가 더욱 클 것으로 사료된다.

식재수목의 크기에 대해서는 대형 수목을 소수 식재한 경관을 선호한 응답비가 77%로서 소형 수목을 다수 식재한 경관보다 4배 이상 높은 응답비를 나타냈다. 수직적 및 수평적 식재구조에 대한 경관미는 전체 응답자의 82%가 수직적으로 다층구조이면서 수평적으로 수목을 모아 식재한 경관(이하 다층 군식)을 더욱 선호하였다. 그 중 약 40%는 다층 군식의 식재경관미가 단층 단식의 경우보다 상대적으로 '매우 양호'하다고 평가하였다. 따라서, 다층 군식의 식재경관 조성은 경관미 증진 효과가 매우 클 것으로 기대한다. 배식 형태의 경우는 전체 응답자의 85%가 규칙적인 열식보다 불규칙적으로 임의 배식한 경관을 더욱 선호하였고, 그 중 86%가 상대적 경관미를 '꽤 양호' 이상으로 평가하였다. 응답집단별 식재경관 유형에 대한 경관미 선호도는 수종 구성 외에는 그 경향이 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

녹지경관 선호도 관련 선행 연구(Ulrich, 1981; 1986; Lien and Buhyoff, 1986)에 따르면, 일반 대중은 본 연구 결과와 유사하게 소형 수목보다는 대형 수목이 분포하는 경관을 선호하였다. 그리고, 인공적이거나 단순하기보다는 자연성 및 다양성을 함유한 경관을 선호하는 것으로 보고된 바 있다.

3. 녹지기능 문제점

도심 토지이용의 적지 않은 면적을 차지하는 주거지와 상업지는 건물 및 포장의 불투수면이 우점하며, 춘천시 경우 녹

지면적은 단지 10~20%에 불과하였다(조현길 등, 1998b). 특히, 상업지는 수목식재량이 가장 빈약한 유형으로서 국내 중부지방 일부 도시에서 수목피도가 3~9%이었다(조현길 등, 1998a: 1998b; 2003). 춘천시 상업지의 40%는 수목식재가 전무하였다. 식재수목의 직경도 유목 내지는 성장과정의 수목들이 우점하였다. 공공용지 및 공동주거지의 넓은 주차장은 불투수면 일면도로서 경관 및 녹음식재가 미흡하였다. 공공용지 건물식재대에는 토피어리 상록수가 우점하였다. 이와 같이 정원녹지는 불투수면 우점, 녹지면적 및 수목식재 빈약, 성목분포 미흡 등의 문제점으로 녹지기능이 제한되는 상황이었다.

건축법 제42조에 의하면, 건축 시 조경을 요구하는 최소 대지면적을 200m² 이상으로 한정하고 있다. 그러나, 춘천시 도심 단독주거지의 평균 대지면적은 199m²(조현길 등, 1998b)로서 이 규제 미만인 경우가 적지 않게 분포하였다. 게다가 춘천시 건축조례에서는 상업지의 경우 그 기준을 500m² 이상으로 완화하고 있다. 도심에 녹지를 확충하고 녹지가 제공하는 다양한 기능을 증진하기 위해 제도적 기준의 개선이 필요하다.

공원의 식재 특징은 넓은 잔디공간의 조성, 잔디공간 내 산만한 단식, 하층식재가 미흡한 단층구조, 수령구조의 단순성, 그리고 휴식공간의 녹음식재 미흡 등으로 대표되었다. 넓은 잔디면 조성은 수목식재 공간을 낭비하고 관리에너지 요구도 높다. 즉, 잔디관리에 따른 CO₂ 배출량은 잔디에 의한 그 흡수량보다 많거나 유사하므로(조현길, 1999), 에너지절약 및 CO₂ 농도 저감 측면에서 바람직하지 않다. 수목의 단령구조는 수목개체군의 안정성 저하의 요인이 된다. 단층 단식의 식재기법은 녹지 기능 증진 상 부적합하므로, 다층 군식으로 전환하여 녹지가 부족한 도심에서 단위면적당 생체량을 증대하고 경관미적 및 환경생태적 기능을 증진할 필요가 있다.

가로녹지는 시각량이 많아 지역의 경관 정체성을 표출하고 도심의 녹지확충과 녹지네트워크의 선적녹지로서 중요한 역할을 담당하는 녹지유형이다. 그러나, 가로수 미식재 구간이 다수 분포하고 하층식재가 미흡한 단층구조로서, 녹지네트워크를 비롯한 환경생태적 기능과 경관미적 기능을 제한하는 상황이었다. 가로수종은 타 도시에서도 흔히 식재되는 은행나무 우점으로 인해 지역의 경관 정체성을 표출하는데 한계가 있었다. 게다가 가공선 보호를 위한 가로수의 강전정은 도심 내 부족한 생체량을 더욱 감소시키고 가로녹지의 제 기능을 저하시키는 실정이었다. 평균 흉고직경 23cm인 은행나무의 개체당 연간 전정량은 약 11kg으로서(조현길 등, 1998b) 상당한 생장량이 해마다 전정되는 것으로 나타났다.

수변의 콘크리트 하안은 자연식생의 유입을 제한하여 경관적으로 불량할 뿐만 아니라 생물다양성, 수질자정, 자연관찰 등 하천의 생태기능을 저하시키는 것으로 분석되었다. 수변녹지 조성이 부재하거나 수종 선정 및 식재 기법의 미흡으로 환경생

태적 기능과 수변 자연경관미를 제한하였다.

4. 녹지계획전략

1) 정원녹지

정원녹지는 개별적으로는 소규모일 수 있으나, 일정 지역의 총량적인 차원에서 가장 넓은 녹지면적을 확보할 수 있는 잠재력을 보유한다. 녹지기능을 증진하는 식재기법을 홍보하고 유무형적 혜택과 중요성을 인식시켜 적극적 주민참여를 유도해야 한다. 불필요한 포장면 축소와 투수포장, 유휴공간의 적극적 수목식재, 인공지반 녹화 등으로 녹지를 확충하여 환경생태적 기능을 증진하고 경관미를 개선함이 바람직하다.

정원에서는 특히 에너지 절약적 식재기법을 적용하여 건물 에너지 소비를 절약하고 대기 CO₂ 배출도 저감해야 할 것이다. 중부지방에서 그 식재기법(조현길과 이기의, 2000)은 건물 서측과 북측에 낙엽수와 상록수를 다층 군식하고 동측에 대형 낙엽교목을 식재하되, 남측에는 겨울철 일사를 차단하는 수목식재를 회피하는 것이다. 식재공간이 제한되는 경우, 에너지절약 효과가 가장 큰 건물 서측에 교목 한 그루 심기 운동으로 사업을 추진할 수 있다.

상업지는 대개 가로와 접해 있으므로, 화분배치나 화단가꾸기를 통해 경관미를 개선하고 녹지확충을 도모하길 제안한다. 상록수 위주의 공공용지 건물식재대에는 화목류와 단풍나무류 보식을 통해 계절감 및 경관다양성 연출을 지향해야 할 것이다.

주차장의 넓은 불투수 포장은 우수 침투를 방해하고 복사열 흡수나 반사로 미기후를 불량하게 하므로 그린블럭 등 투수포장으로 교체할 필요가 있다. 주차장 내외부에는 식재대를 조성하고 경관 및 녹음식재를 추진함이 바람직하다.

2) 공원녹지

관리요구도가 높은 넓은 잔디공간은 꼭 필요한 용도 이외에는 축소하고, 대신에 지피식물, 관목, 교목으로 구성되는 다층 군식의 식생경관을 조성하여 대기정화, 생물다양성 유지 등의 환경생태적 기능을 증진해야 한다. 수종 구성은 자생식물종을 식재하되 화목류, 단풍나무류, 상록수 등 다양한 수종을 혼식하여, 경관미적 기능을 확보하고 생물관찰 및 학습기회도 부여함이 바람직하다.

휴식공간에는 태양의 움직임을 고려한 낙엽활엽교목의 녹음식재와 공간을 위요하는 관목식재로 장소성을 부여해야 한다. 벤치는 일렬배치를 지양하고 마주 보게 배치하며, 바닥면은 투수성 자연포장재를 이용하길 제안한다. 용도가 불분명한 넓은 불투수면은 축소하여 식재공간 또는 녹음휴식공간으로 전환하고, 주차장에는 상기와 같이 경관 및 녹음식재를 추진할 필요가 있다.

3) 가로녹지

지역 이미지와 정체성을 표출할 가로구간별 적합한 테마를

설정하고, 테마에 부합하는 향토 가로수종을 선정 식재할 것을 제안한다. 그리고, 교목하부에는 꽃, 단풍 등 계절별 경관미를 고려해 관목 및 자생초화류를 조합하여 배식하는 다층구조를 조성한다. 다층식재의 가로녹지 조성은 도심과 교외의 단절녹지를 연결하는 녹지네트워크는 물론 가로경관의 다양성과 계절 변화의 역동성을 창출하는데 기여한다.

가로수의 정상적 생육 및 제기능 확보를 위해 강전정을 지양하고 전정예의 전문가 참여가 바람직하다. 가공선의 지하매설은 가로수의 생장공간 확보는 물론 전선 및 전신주로 인한 가로경관미 훼손을 개선하는데 일조할 수 있다.

4) 수변녹지

수변의 콘크리트 하안은 식물유입 및 생장이 가능한 자연형 하안공법으로 개수하고 육역측으로 수변녹지대를 조성하여 생물서식 및 이동, 수질보전, 자연관찰 등의 생태 및 친수 기능을 증진할 필요가 있다. 수변녹지의 폭은 가급적 넓게 확보하고 자연수변면 구조를 모델화하여 수변경관과 조화하는 다양한 식물을 비롯해 식이식물을 함께 다층 군식함이 바람직하다.

IV. 결론

본 연구는 녹지가 제공하는 다양한 기능을 분석하여 그 효과를 최대화할 녹지구조를 탐색하고, 현 녹지조성 및 관리의 문제점을 분석하여 녹지기능을 증진할 바람직한 계획전략을 제시하였다. 녹지의 환경생태적 기능은 녹지면적 및 수목피도의 고저와 유관하고, 유목보다 성목이 더욱 양호하였다. 식재경관 유형의 경관미는 단일 또는 소수 수종보다는 다양한 수종의 경관을, 저밀식재보다는 밀도 높은 식재경관을, 소형 수목보다는 대형 수목의 경관을, 단층 단식보다는 다층 군식의 경관을, 인공적 열식보다는 자연형의 식재형태를 더욱 선호하는 것으로 분석되었다.

녹지조성 및 관리의 문제점은 불투수면 우점과 녹지빈약, 성목분포 미흡한 단령구조, 넓은 잔디공간 조성과 단층 단식의 식재기법, 휴식공간의 장소성 미흡, 주차장 경관 및 녹음식재 부족, 가로녹지의 경관 정체성 결여, 수변 콘크리트 하안과 녹지 미흡 등이었다. 녹지기능을 증진할 계획전략으로 불투수면 축소와 녹지확충, 에너지 절약적 식재, 다층 군식 및 다령구조

조성, 휴식공간 장소성 부여, 테마 가로 조성 및 관리, 수변녹지 조성 등을 제시하였다.

인용문헌

1. 조현길(1999) 강원도 일부도시의 경관내 탄소흡수 및 배출과 도시녹지의 역할. 한국조경학회지 27(1): 39-53.
2. 조현길, 안태원(1999) 춘천시 주거지구내 수목피도의 차이가 난방방 에너지 이용 및 비용에 미치는 효과. 한국조경학회지 27(2): 19-28.
3. 조현길, 안태원(2006) 도시 수목식재와 미기후 개선의 상관성 구명. 한국조경학회지 34(5): 70-75.
4. 조현길, 안태원, 김성훈(2001) 수목의 CO₂ 흡수 및 대기정화 가치. 한국환경생태학회 2001 학술논문발표회 논문집: 62-65.
5. 조현길, 안태원, 김한수, 정응호(2009) 옥외공간 열쾌적성과 건물 에너지 절약을 위한 녹지계획지표 연구. 한국조경학회 추계 학술대회 논문집, pp. 10-13.
6. 조현길, 이경재, 권전오(1998a) 서울시 토지이용 및 녹지구조. 한국환경생태학회지 12(1): 30-41.
7. 조현길, 이기의(2000) 도시녹지의 에너지절약 및 대기 CO₂ 농도저감과 계획지침. 한국조경학회지 27(5).
8. 조현길, 이기의, 윤영환, 서옥하(1998b) 강원도 일부 도시들의 토지이용 및 녹지구조. 한국조경학회지 25(4): 171-183.
9. 조현길, 조용현, 안태원(2003) 도시녹지의 대기환경개선효과-서울시 중구를 중심으로. 한국조경학회지 31(3): 83-90.
10. 환경부(2002) 국내 여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발.
11. 조현길, 野島義照(2000) 도시녹지의 미기후개선, CO₂ 흡수 및 화재방지의 효과. 한국자연식물학회지 13(3): 162-170.
12. Daniel, T. C. and R. S. Boster(1976) Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method. USDA Forest Service, Research Paper RM-167. Ft. Collins, Colorado: Rocky Mountain Forest and Ranger Experiment Station.
13. Heisler, G. M.(1989) Site Design and Microclimate Research. Report to Argonne National Laboratory. University Park, PA: USDA Forest Service, Northeast Forest Experiment Station.
14. Lien, J. N. and G. J. Buhyoff(1986) Extension of visual quality models for urban forests. Journal of Environmental Management 22: 245-254.
15. Miller, R. W(1997) Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces. New Jersey: Prentice Hall.
16. Scott, K. I., E. G. McPherson and J. R. Simpson(1998) Air pollutant uptake by Sacramento's urban forest. Journal of Arboriculture 24(4): 224-234.
17. Ulrich, R. S.(1981) Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects. Environment and Behavior 13(5): 523-556.
18. Ulrich, R. S.(1986) Human responses to vegetation and landscapes. Landscape and Urban Planning 13: 29-44.
19. Xiao, Q., E. G. McPherson, J. R. Simpson and S. L. Ustin(1998) Rainfall interception by Sacramento's urban forest. Journal of Arboriculture 24(4): 235-244.