

과밀식재지 밀도관리 및 신규식재지 배식설계 모델 개발 연구 - 화성시 동탄신도시 완충녹지를 대상으로 -

최진우

(재)환경생태연구재단 상임이사

A Study on Model Development for the Density Management of Overcrowded Planting Sites and the Planting Design of New Planting Sites - A Case Study of Buffer Green Spaces in the Dongtan New Town, Hwaseong -

Choi, Jin-Woo

Executive Director, Environmental Ecosystem Research Foundation

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a model for the density management of planting sites and an additional model for new planting sites. In the Dongtan New Town of Hwaseong, there are buffer green spaces, with widths between 8m and 15m, between roads and apartment complexes. A total 38 survey plots were set to examine the planting patterns and the density of landscape trees. The Crown Overlapping Index (COI) was developed to assess the level of overcrowding as far as tree growth and development effectively. *Pinus strobus* recorded the most serious level of overcrowding growth and development. Its average density and average COI were very high at 0.3 trees/m² and 35.6%, respectively. There were many areas in which its COI was above 45%. The criteria for density management were set by standardizing the COI into three levels, which were above 45% (Type A), 30~45% (Type B), and under 30% (Type C). A model was proposed to manage poorly growing trees and to develop a model to select and manage trees of similar specification based on the planting patterns. The trees of density management areas were reviewed in terms of tree types and the ease of transplanting to establish an application system for the management plans according to the possibility of transplanting, thinning, and pruning. In new buffer green spaces, the planting density of *Pinus strobus* was lowered to 0.20~0.25 trees/m², with that of shrubs being reduced to 1.5~2.0 trees/m², leading to a planting design model to cover the lower parts in at least 30~40%.

Key Words: Crown Overlapping Index, Tree Density, Pinus Strobus, Landscape Trees, Transplanting

국문초록

본 연구의 목적은 수목의 과밀생육으로 인한 수형 및 생육불량, 녹지의 기능 저하를 해결하기 위해 과밀식재지의

Corresponding author: Jin-Woo Choi, Executive Director, Environmental Ecosystem Research Foundation, Seoul 05643, Korea, Tel.: +82-2-412-1242, E-mail: jinunechoi@gmail.com

밀도관리 모델과 신규식재지의 배식설계 모델을 개발하는 것이다. 화성시 동탄신도시의 완충녹지는 도로와 아파트단지 사이에 8~15m 폭으로 조성되었다. 완충녹지에 38개의 조사구를 설정하여 조경수 식재패턴 및 생육밀도를 조사하였다. 완충녹지 가로변에는 산딸나무, 복자기, 왕벚나무 등 경관기능의 낙엽활엽수가 67.9% 식재되었다. 마운딩 중앙부에는 스트로브잣나무 71.3%, 상수리나무 9.5%, 아파트변에는 스트로브잣나무 65.9%, 메타세콰이아 10.2% 등 완충기능의 수목이 주로 식재되었다. 수목의 과밀생육 수준을 효과적으로 평가하기 위해 수관중복률 지표를 개발하여 분석하였다. 과밀생육이 가장 심각한 수종은 스트로브잣나무로 평균 수목밀도 0.3주/m², 평균 수관중복률 35.6%로 매우 높았고, 45% 이상인 지역도 많았다. 수관중복률 지표를 45% 이상(Type A), 30~45%(Type B), 30% 이하(Type C) 등 3단계 척도로 표준화하여 밀도관리 기준을 설정하였다. 생장불량 수목을 우선적으로 관리하는 모델, 식재패턴을 고려하여 유사규격의 수목을 선택하여 관리하는 모델을 제시하였다. 밀도관리 대상수목에 대한 수형 경관성과 이식작업 용이성을 검토하여 이식, 간벌, 가지치기 방법으로 선택할 수 있는 관리방안 적용 체계를 작성하였다. 신규로 조성되는 완충녹지에는 스트로브잣나무의 식재밀도를 0.20~0.25주/m²로 완화하는 대신에 관목의 식재밀도를 1.5~2.0주/m²로 강화하여 하층을 최소한 30~40% 피복하는 배식설계 모델을 제안하였다.

주제어: 수관중복률, 수목밀도, 조경수, 스트로브잣나무, 이식

1. 서론

도시녹지는 조경수목을 통해 아름다운 경관을 창출하여 시민들에게 심리적 안정감을 제공하며, 대기오염·소음 등 환경오염을 저감하고 생물다양성 증진 등의 다양한 기능을 수행한다(Bradly, 1995; Miller, 1997). 조경수는 환경을 아름답고 쾌적하게 계획하는 과정에 있어서, 외부공간과 내부공간의 미적, 기능적, 이용적, 심리적 목적과 생태적 균형을 달성하기 위해서 이용되고 있다(Kim, 1999). 쾌적하고 친환경적인 도시를 구현하기 위해서는 도시녹지 조성뿐만 아니라, 조경수의 품질과 기능유지 측면의 관리가 중요하다. 수목은 생물체로서 일반적인 인공재료가 지닌 균일성이나 불변성은 결핍되어 있지만, 생장에 따른 풍부한 변화성을 갖추고 있다(Yoon, 1985). 수목은 성목에 이르는 동안 수형과 생육습성이 계속 변하는 특성을 파악하여 배식설계 시 필수적으로 고려되어야 한다(Nelson, 1981). 조경설계가는 일반적으로 판매되는 수목의 크기와 더불어 충분히 성숙한 시기의 수고, 수관폭 등 수목생장률을 파악하여 설계에 반영할 수 있어야 한다(Arnold, 1992). Robinson (2011)은 보통 10~15년 이후를 목표로 설계할 것을 제안하였고, Nakajima(1993)는 식재기능의 요구에 따라 수림 완성기간을 초기에 발휘하는 완성형 식재, 5년으로 하는 반완성형 식재, 10~30년으로 하는 장래완성형 식재로 구분하였다. 제한된 식재환경 속에서 자연수형을 연출하기 위해서는 초기에 합리적인 식재와 적절한 관리가 필요하며, 정상적인 성장이 이루어지도록 지속적인 육성관리가 추진되어야 한다(Lee et al., 1994)고 하였다.

식재밀도와 수목생장에 관한 국내 연구는 주로 도시공원, 완충녹지, 공동주택단지 등에서 이루어졌다. 도시공원에서는 수목성장률을 고려한 단위면적당 적정식재주수 및 식재간격 연

구(Lee and Shim, 1998), 근린공원의 식재개념 및 기능에 따른 식재밀도 및 식재구조 개선 연구(Hwang, 2003; Jang, 2008) 등이 수행되었다. 공동주택단지에서는 우리나라 지자체 식재밀도 조례기준의 법규적 검토(Choi et al., 1998), 조경수목의 생장에 측모형을 이용하여 시간경과에 따른 수종별 적정 식재간격 연구(Lee and Lee, 1999), 아파트단지 녹지공간별 식재개념, 식재밀도, 식재유형 및 패턴 등 배식특성 연구(Lee et al., 2004), 아파트단지 조경수의 적절한 식재밀도 기준 연구(Oh et al., 2012) 등이 진행되었다. 완충녹지에서는 주로 대기정화, 미기후 완화, 소음 감소, 심리적 안정 등 환경개선 기능과 경관 기능, 생태적 기능을 강화하기 위해 녹량을 증가시킬 수 있도록 식재밀도를 개선하는 연구(Kim, 1999; Lee, 2005; Kim et al., 2008; Lee et al., 2008)가 주를 이루었다. 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」에는 녹지의 기능을 충분히 발휘할 수 있는 규모로 완충녹지 설치기준을 규정하고 있으나, 50~70%의 녹화면적율만 제시하고 식재밀도에 대한 최소기준이 없어 완충녹지의 식재량 부족에 따른 완충 기능의 미흡한 문제점을 해결하는 노력이 요구되어 왔다.

최근 신도시 개발지역의 아파트단지 고급화 경쟁은 아파트단지 조경의 고급화로 이어졌다. 건설사에서는 초기 입주자들의 만족도를 고려하여 경관의 질을 담보하기 위해 조경기준에서 정한 조경수목 식재밀도보다 높은 밀도로 조경수목을 식재하는 것이 일반적이다(Oh et al., 2012). 아파트단지 조경의 고급화와 고밀도 식재 경향은 도심 완충녹지의 식재밀도에도 영향을 끼치게 되었다. 분당, 산본, 일산, 중동, 평촌 1기 신도시와 달리 2기 신도시에서는 완충녹지에도 많은 수목을 식재하여 조성 초기부터 녹지의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 조성되었다. 그로 인해 완충녹지의 기능은 강화되었지만, 조성초기에 높은 식재밀도로 조성된 수목들은 10년이 지난 지금 수목이 성장

하고, 율폐도가 증가하여 과밀식재지로 변모하고 있는 실정이다. 과밀식재지는 수목간의 수관겹침과 경쟁으로 인해 수관이 왜곡되고 기형적인 수형으로 생장하며, 일조량이 부족하여 하부 가지가 고사하는 결과를 가져온다. 또한 군식지의 통풍 제한으로 병충해 발생이 우려되며, 과도한 차폐로 녹지의 경관미가 저하되기도 한다. 도심에서 시각적으로 완전히 차단된 녹지 공간에서는 우범지대화 되는 우려도 발생되고 있다. 식재 당시의 수목간 거리가 평균 10년이 지난 시점에서는 수목의 생육을 크게 저하시킬 가능성이 있으므로 10년이 경과하면 쾌적한 녹지환경을 유지하기 위해 적절한 관리가 필요하다고 하였다 (Lee and Lee, 1999). 본 연구의 목적은 완충녹지 수목의 과밀 생육으로 인한 수형 및 생육불량, 완충 및 경관 기능 저하를 해결하기 위해 과밀식재지의 밀도관리 모델과 신규식재지의 배치설계 모델을 개발하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구대상지 선정

녹지 조성 초기에 녹지의 기능 및 경관을 고려하여 조경수목을 과밀식재한 곳은 시간이 경과함에 따라 수목간의 수관겹침과 경쟁으로 인해 수형과 생육이 불량해지게 된다. 최근 도시 녹지에서 그런 현상이 집중적으로 나타나는 곳은 완충녹지이다. 완충녹지 조성초기에 높은 식재밀도로 조성되고, 10년이 경과한 후 수관중복 현상이 집중적으로 발생하고 있는 화성시 동탄1신도시를 연구대상지로 선정하였다. 동탄1신도시는 국내 2기 신도시로서 수도권 균형 발전을 유도하고, 개발 압력이 높은 지역의 무질서한 개발 행위를 예방하고자 오산천 서쪽 반송동, 석우동, 능동 일대를 대상으로 2003년부터 개발이 시작되어 2008년에 완성된 대규모 신도시이다. 신도시 개발면적은 9.03km²이고, 계획인구는 13만5천 명이다. 한국토지주택공사에 의해 개발사업이 추진되었고, 환경영향평가의 협의조건으로 산지 훼손으로 발생하는 상수리나무 등 자생수목을 대량으로 공원녹지에 이식하는 사업이 추진되었다. 동탄1신도시 내 수목 식재량이 많은 동탄중앙로, 노작로, 동탄지성로, 10용사로, 동탄문화센터로, 동탄솔빛로, 동탄나루로 등 도로변 완충녹지 약 150,669m²를 조사 대상으로 선정하였다(Figure 1 참조).

2. 조사분석 방법

완충녹지의 식재구조를 정밀하게 분석하기 위해 10m×8~15m 크기의 방형구 38개소를 설치하고(Figure 1 참조), 매목조사하여 식재수종, 규격, 식재주수, 식재위치, 생육간격 등을 조사하여 식재밀도 및 수관중복률을 분석하였다. 본 완충녹지는 도로

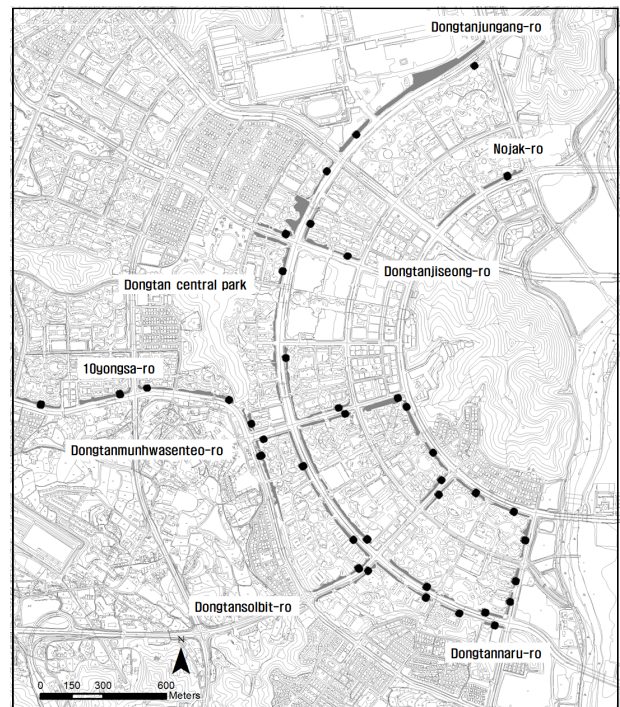


Figure 1. Location map of research area and survey plots

Legend: ■ Buffer green spaces ● Survey plots

와 아파트단지 사이에 조성되어 있어 조사 방형구 공간 내 식재기능 및 식재수종에 따라 식재개념을 경관식재지와 완충식재지로 구분하여(Robinson, 1992; Kim, 1999) 식재구조 분석대상을 세분화하였다. 식생조사는 각 조사구내에 출현하는 목본수종을 대상으로 교목은 흉고직경 2cm 이상 되는 수목의 수고, 흉고, 지하고, 수관폭을 조사하였으며, 관목은 흉고직경 2cm 이하 또는 수고 2m 이하의 수목에 대하여 수관투영면적(장축×단축)을 조사하였다. 식재패턴 및 수관중복 현황을 파악하기 위해 1/100 축척의 평면도와 단면도를 상세하게 작성하였다. 식재밀도는 단위면적당 생육수목 주수로 산정하였고, 국내 지자체 건축조례 '대지안의 조경'에 제시된 교목의 큰나무 규격에 따른 가중치는 적용하지 않았다. 관목수량은 시각적으로 주수를 파악하는데 한계가 있어 0.5m×0.5m 수관투영면적을 1주로 간주하였다. 수관투영면적비율은 단위면적당 수목의 수관투영면적 합계로 산정하였다. 본 연구에서 과밀식재지의 수관겹침을 정량적으로 분석하기 위해 수관중복률(Crown Overlapping Index: COI) 지표를 개발하였다. 수관중복률은 수관투영면적 합계대비 수관중복면적 비율로 계산하였다. Autocad Map 2017 프로그램을 이용하여 작성된 현재 식재패턴 평면도의 수관중복면적을 분석하여 계산하였다. 평면도상의 수관중복이 아닌 실제로 수관이 겹쳐진 수목을 대상으로 한정하기 위해서 스트로브잣나무 등 동일 수종의 동일한 식재패턴 식재지에만 적용하였다.

3. 밀도관리 및 배식설계 모델 개발 방법

수목밀도와 수관중복률의 분석을 통해 과밀식재지 밀도관리 모델과 신규식재지 배식설계 모델을 제안하였다. 본 연구에서는 수목의 과밀생육 정도를 효과적으로 측정하고 평가할 수 있는 지표로 수관중복률을 사용하였다. 수관중복률 표준화 기준을 설정하여 과밀식재지 밀도관리 표준모델을 개발하고, 이식, 간벌, 가지치기 등의 관리방안 적용 체계를 제안하였다. 녹지 관리자가 현장에서 육안으로 수관중복 상태와 밀도관리 필요 수준을 판단할 수 있도록 수관중복률 표준화 기준을 도출하였다. Autocad Map 2017 프로그램을 이용하여 가상의 평균 수관 폭 3m, 4m 수목 두 종류의 교호식재 집단을 대상으로 수목간 겹침 정도에 따라 수관중복률을 분석하여 밀도관리 필요정도에 따른 적정 수준의 표준화된 기준을 도출하여 평면도와 입면도를 작성하여 유형화하였다. 과밀식재지 밀도관리 모델은 대상지 내 과밀식재 패턴 및 생장불량 수목 발생 양상을 파악하고, 과밀식재지 평면도를 구조화하여 개발하였다. 과밀식재지 밀도관리 모델 적용에 따른 수목밀도 및 수관중복률의 수치 변화를 분석하였다. 밀도관리 대상수목에 대한 이식, 간벌, 가지치기 방법의 장단점을 고찰하고, 수형 경관성과 이식작업 용이성을 고려하여 적절한 방법을 선택할 수 있는 관리방안 적용 체계를 작성하였다. 본 연구결과를 토대로 밀도조절 관리주기를 10년 목표로 설정하여 신규로 조성되는 완충녹지에 적용할 수 있는 배식모델을 제안하였다. 교목과 관목의 적정밀도 기준을 제시하고, 10m 폭의 완충녹지를 대상으로 배식 평면도와 입면도를 작성하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 완충녹지 식재구조

1) 식재개념 및 식재수종

화성시 동탄신도시 완충녹지 38개 조사구의 식재수목을 조사하여 식재개념 및 식재수종을 분석하였다. 동탄신도시 완충녹지는 도로와 아파트단지 사이에 8~15m 폭으로 마운딩되어 조성되었다. 도심 완충녹지는 차폐와 저감 목적의 완충기능뿐만 아니라, 인접지 토지이용 특성에 따라 다양한 식재개념 및 식재구조의 차별화가 요구되어 왔다(Kim *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2008). 동탄신도시 완충녹지 현장조사 결과, 완충녹지의 식재개념은 가로변에는 경관식재, 마운딩 중앙부와 아파트변에는 완충식재로 세부 공간에 따라 명확하게 구분되어 있었다(Figure 1 참조). 완충녹지 가로변에는 총 246주 조사 수목 중에서 산딸나무, 복자기, 왕벚나무 등 경관기능의 낙엽활엽수가 67.9% 식재되었고, 스트로브잣나무는 32.1%이었다. 마운딩 중앙부에는 421주 조사 수목 중에서 스트로브잣나무가 71.3%로 2~3월 교호식재 패턴으로 식재되었고, 상수리나무가 열식 또는 군락으로 9.5% 식재되어 있었다. 아파트변에는 226주 조사 수목 중에서 스트로브잣나무 65.9%, 메타세쿼이아 10.2% 등 완충기능의 수목이 주로 식재되었다(Table 1 참조). 완충녹지 모든 공간에서 스트로브잣나무 수종에 대한 활용도가 높은 것으로 파악되었다. 스트로브잣나무는 지엽이 치밀하고 도시환경 적응성이 뛰어나 차폐 및 저감기능이 타 수종에 비해 월등하여 완충

Table 1. Species of canopy tree by planting concepts

(unit: %)

Species	Landscape planting(adjacent sidewalk)	Buffer planting(mid mounding)	Buffer planting(adjacent apartments)
<i>Pinus densiflora</i>	2.0	-	-
<i>Abies holophylla</i>	-	-	2.7
<i>Pinus strobus</i>	32.1	71.3	65.9
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	0.4	5.5	10.2
<i>Quercus acutissima</i>	1.2	9.5	4.0
<i>Quercus palustris</i>	0.8	1.4	3.5
<i>Acer palmatum</i>	8.9	0.7	3.5
<i>Acer buergerianum</i>	-	1.2	-
<i>Acer palmatum</i> var. <i>sanguineum</i>	0.4	-	0.4
<i>Acer ginnala</i>	1.2	-	-
<i>Prunus yedoensis</i>	5.7	0.2	1.3
<i>Ginkgo biloba</i>	3.7	1.2	1.3
<i>Chionanthus retusus</i>	4.9	2.1	3.1
<i>Cornus kousa</i>	11.4	-	-
<i>Cornus officinalis</i>	4.9	-	-
<i>Acer triflorum</i>	8.5	-	-
<i>Aesculus turbinata</i>	3.3	3.1	0.4

(Table 1. Continued)

<i>Styphnolobium japonicum</i>	2.4	0.2	11.8
<i>Prunus mume</i>	2.0	0.2	0.9
<i>Crataegus pinnatifida</i>	1.6	-	-
<i>Koelreuteria paniculata</i>	1.2	0.5	-
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	1.6	-	-
<i>Eucommia ulmoides</i>	0.8	1.0	-
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	-	1.2	-
<i>Prunus salicina</i>	0.8	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	0.5	-
<i>Magnolia kobus</i>	-	0.2	-
<i>Celtis sinensis</i>	-	-	0.4
<i>Diospyros kaki</i>	-	-	0.4

공간에 가장 많이 식재되는 수종으로 상록수의 편중현상을 야기하고 있다(Choi and Kim, 2001; Han *et al.*, 2014). 교차로 주변의 완충녹지에는 주로 대경목의 소나무가 상징적인 경관을 형성하기 위해 군식되어 있었다.

완충녹지 내 식재된 스트로브잣나무는 흉고직경 10~15cm, 수고 5.0~7.5m이었고, 수령은 약 15~20년생인 것으로 파악되었다. 산림청에서는 스트로브잣나무의 성장능력과 적응력을 우수하게 평가하여 1976년부터 유망수종으로 선정하여 보급하기 시작하였고, 1985년 경제조림 권장수종으로 선정하였다. 국내 도입된 스트로브잣나무 6개 원산지별로 연령에 따른 성장특성 연구(Choi *et al.*, 2009)에 따르면, 11년생은 수고 3.1~3.4m, 흉고직경 6.8~9.3cm이고 16년생은 수고 4.5~7.0m, 흉고직경 8.4~13.8cm이고, 24년생은 수고 8.7~10.4m, 흉고직경 16.2~20.2cm이고, 27년생은 수고 10.1~12.7m, 흉고직경 17.9~22.1cm인 것으로 분석되었다. 즉, 스트로브잣나무는 성장이 왕성하여 육성 및 밀도관리가 지속적으로 필요한 수종이다.

스트로브잣나무는 차폐 및 저감의 목적으로 조성되었지만, 10년간 수고 성장과 하단부 가지의 고사로 인해 지면에서 1.5~2.0m 높이가 개방되어 있었다. 완충녹지의 마운딩 높이가 1.5m 이하인 곳을 살펴보면(Figure 2-b, c 참조) 현재 아파트단지 외곽 산책로의 보행자 눈높이에서 도로의 차량이 시각적으로 차폐되지 못하고 있으며, 도로의 차량 및 가로 보행자의 눈높이에서도 아파트단지 내부를 들여다 볼 수 있는 정도로 개방되어 있는 상태이었다. 스트로브잣나무 하단부에는 관목을 식재하기 어렵지만, 스트로브잣나무 앞쪽에 관목을 군식하여 지속적으로 입체적인 완충효과를 발휘하고, 녹지경관의 양적·질적 개선도 필요하다.

2) 수목밀도 및 수관투영면적비율

완충녹지 38개 조사구의 식재개념별 수목밀도와 수관투영면적비율을 분석하였다(Table 2 참조). 교목밀도는 가로변 경

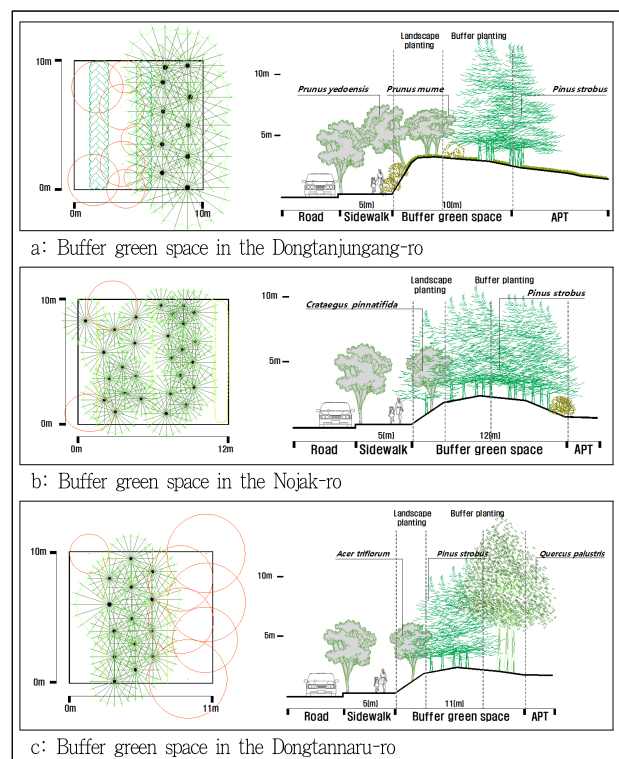


Figure 2. Planting patterns and structure in the main buffer green spaces

Table 2. Tree density and crown projection area by planting concepts

Planting concepts	Tree density (N/m ²)		Crown projection area (%)	
	Canopy tree	Shrub	Canopy tree	Shrub
Landscape planting (adjacent sidewalk)	0.14	0.79	110.7	19.6
Buffer planting (mid mounding)	0.23	0.07	183.1	2.0
Buffer planting (adjacent apartments)	0.33	0.23	241.3	5.5

관식재지 0.14주/m², 마운딩 중간부 완충식재지 0.23주/m², 아파트변 완충식재지 0.33주/m²로 분석되어 도로기준으로 바깥에서 내부로 갈수록 수목밀도가 높았다. 국토교통부의 녹지지역 식재밀도 기준(교목 0.2주/m², 관목 1.0주/m²)과 비교해 보면, 교목은 대체적으로 기준을 초과하고 있으나, 관목 밀도는 0.07~0.79주/m²로 매우 낮은 상태이었다. 완충녹지 경계부에만 관목이 열식되어 있을 뿐, 녹지 전반적으로 교목만 높은 밀도로 식재되었고, 관목은 식재되지 않은 상태이었다. Lee(2005)가 연구한 안산 고잔신도시, 시흥 시화신도시, 인천 공항신도시 등 대규모 완충녹지의 교목 식재밀도는 0.06~0.10주/m²이었고, Kim *et al.*(2008)이 연구한 서울시 송파구와 남부순화도로변 완충녹지의 교목 식재밀도 0.03~0.10주/m²와 비교하면, 본 연구대상지의 식재밀도가 매우 높은 것으로 파악되었다. 완충녹지 기능 강화를 위해 Kim(1999)은 교목 0.2주~0.3주/m², Lee *et al.*(2008)은 교목 0.2주~0.3주/m², 관목 0.5주/m²로 식재밀도를 제안하였는데, 이와 비교하면 연구대상지에 교목은 충분히 식재되었다고 판단되나, 관목 식재량은 매우 부족하였다.

수관투영면적비율도 가로변 110.7%보다 완충녹지 내부로 갈수록 183.1%, 241.3%로 높게 분석되었다. 완충녹지 가로변 경관식재지의 울폐도가 100%가 아님에도 수관투영면적비율이 100% 초과되는 것은 수목 수관이 녹지폭보다 수관폭이 크게 측정되어 반영된 결과이다. 가로변 경관식재지의 관목 수관투영면적비율은 19.6%로 낮은 상태이었고, 내부의 관목식피율은 5% 이하로 거의 없는 상태이었다.

3) 과밀수목의 밀도 및 수관중복률

좁은 식재간격으로 식재된 수목은 수관생장에 따라 수관이 과도하게 중복되는 과밀식재 현상이 발생되고 있었다. 완충녹지 내 과밀식재 현상은 주로 스트로브잣나무, 메타세쿼이아, 상수리나무 등에서 발생되고 있다(Table 3 참조). 주로 낙엽활엽수로 구성된 가로변 경관식재지의 교목 식재밀도 0.14주/m²에 비해 스트로브잣나무의 평균 식재밀도가 0.30주/m²로 가장 높았고, 상수리나무 0.19주/m², 메타세쿼이아 0.17주/m²이었다. 스트로브잣나무는 과밀식재 현상이 가장 심각한 수종인데, 지금까지 고사된 수목을 포함하면 조성초기의 식재밀도는 0.30주/m²보다 더 높았을 것으로 판단되었다. 스트로브잣나무는 완

충녹지에서 차폐 및 저감의 목적으로 조성 초기에 완충효과를 도모하기 위해 단위면적 당 많은 주수가 식재되었다. 스트로브잣나무는 햇빛을 좋아하는 양수인데, 식재된 지 10년이 경과하는 동안 수목끼리 가지가 겹치고, 수관이 중복되어 하단부 가지가 고사하는 등 수형 및 생육불량 현상이 발생되고 있다. 스트로브잣나무의 수관중복률은 평균 35.6%로 매우 높았고, 수목간 가지가 모두 겹친 수관중복률 45% 이상인 지역도 많았다. 스트로브잣나무에 비해 식재수량이 많지 않지만, 메타세쿼이아, 상수리나무의 평균 수관중복률도 각각 34.3%, 49.5%로 높아 주요 과밀식재지 대상으로 파악되었다.

2. 과밀식재지 밀도관리 모델

1) 수관중복률 표준화 기준

과밀식재로 인한 수관중복 현상은 주로 2열 또는 3열 교호식재지 패턴에서 두드러지게 발생하는 것으로 파악되었다. 본 연구에서 수목의 과밀생육 정도를 효과적으로 측정하고, 평가할 수 있는 지표로 수관중복률을 제시하였다. 과밀식재지 밀도 조절 관리를 위한 수관중복률 기준의 적정 분기점을 파악하기 위해 평균수관폭 3m와 4m 수목 2열 교호식재지를 대상으로 수관중복 정도에 따른 수관중복률을 분석하였다(Figure 3 참조). 교호식재지에서 수관중복률은 수목의 규격과 상관없이 수목간 중복 정도에 따라 비례하여 증가하였다. 인접한 수목간 한 쪽 수관폭의 1/3이 중복되었을 경우에는 수관중복률 13.0%, 1/2 겹쳤을 경우에는 수관중복률 21.6%, 2/3 중복되었을 경우에는 수관중복률 30.2%, 3/4 겹쳤을 경우에는 수관중복률 34.5%이었고, 인접한 수목의 주간까지 중복되었을 경우에는 수관중복률이 46.8%이었다.

수관중복률을 계산하기 위해서는 수목의 가로×세로 수관폭을 현장에서 측정하여 수관투영면적비율을 계산하고, Autocad 컴퓨터 프로그램을 활용하여 식재평면도상 수관중복 비율을 분석해야 한다. 현장 관리자가 수관중복률 조사·분석하기에는 시간적·기술적인 한계가 있어 보다 쉽게 진단할 수 있는 표준화된 기준 마련이 필요하였다. 과밀식재지 현장조사를 통한 수관중복률 분석 데이터를 활용하여 현장에서 육안으로 수관중복률을 파악할 수 있는 표준화된 척도 기준을 개발하였다. 수목간 가지의 겹침정도를 현장에서 육안으로 정성적으로

Table 3. Tree density and COI of planting site of main species

Planting site of main species	Tree density(N/m ²)			COI(%)			No. of sample
	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	
<i>Pinus strobus</i>	0.12	1.10	0.30	7.7	63.6	35.6	46
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	0.10	0.30	0.17	45.9	59.0	34.3	6
<i>Quercus acutissima</i>	0.06	0.36	0.19	9.0	50.4	49.5	5

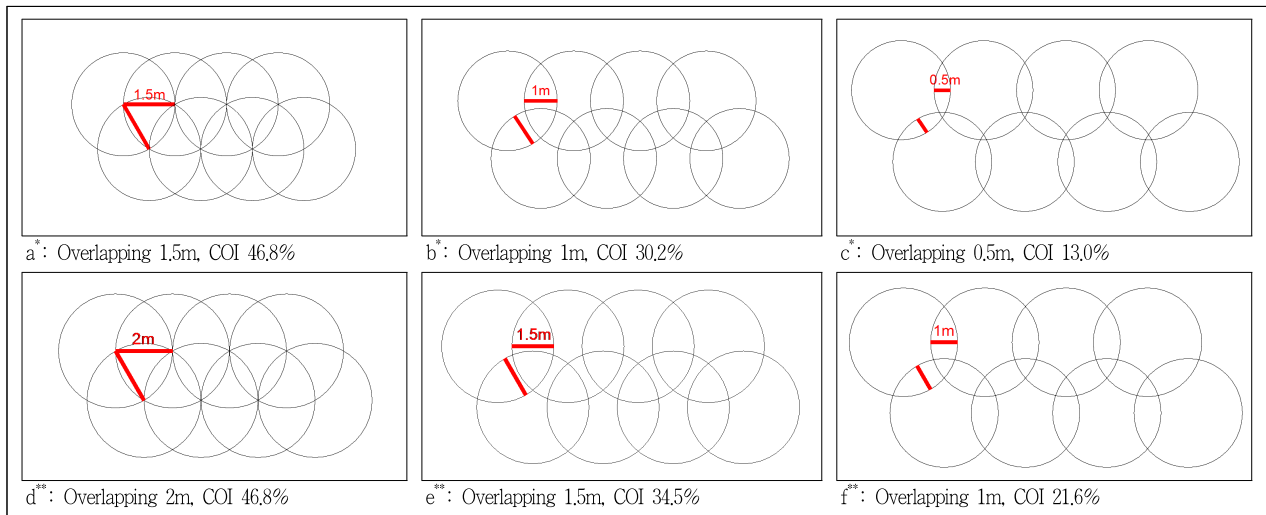


Figure 3. Standardizing COI for the density management of overcrowded planting sites

* a, b, c: 2 rows crossing planting of 3m wide trees ** d, e, f: 2 rows crossing trees planting of 4m wide trees

판단할 수 있도록 수관중복률 45% 이상(Type A), 30~45% (Type B), 30%이하(Type C) 등 3단계 척도로 표준화하였다 (Figure 4 참조).

Type A는 수관중복률 45% 이상 지역으로 수목의 가지가 인접 수목의 주간까지 뻗었거나 넘어선 경우에 해당한다. 수목 하부 가지는 거의 모두 겹쳐 있다고 볼 수 있는 상태이다. Type A는 수목 밀도관리가 우선적으로 필요하며, 중점적인 관리가 추진되어야 한다. Type B는 수관중복률 30~45% 지역으로 수목의 가지가 인접 수목의 주간까지 2/3 이상 뻗은 경우이다. 수목 하부 가지는 2/3 이상 겹쳐져 있는 상태이다. Type B는 수목 밀도관리가 필요한 식재지이다. Type C는 수관중복률 30% 이하 지역으로 수목간 가지의 중복현상이 심하지 않거나, 인접 수목의 주간까지 2/3 이하 수준으로 뻗은 경우로 수목 하부 가지가 일부 겹쳐져 있는 수준이다. Type C는 해당수목 수관폭의 2/3 이상 식재간격을 유지하는 상태이므로, 식재 목표연도에 해당수목 수관폭의 75~100% 정도 식재간격을 유지하는 상태를 적정밀도 범위로 제시하는 식재밀도 기준(Choi *et al.*, 1988; Lee and Shim, 1988; Lee and Lee, 1999)과 유사한 것으로 파악되었다.

2) 과밀식재지 밀도관리 표준모델

동탄신도시 완충녹지에서 과밀식재로 인해 수관이 중복되는 현상은 군식지에서 부분적으로 발생하거나 전반적으로 발생하는 양상을 보이고 있다. 현장조사 자료를 토대로 과밀식재지 평면도를 구조화하여 심각한 수관중복 현상이 부분적으로 발생하는 곳은 생장불량 수목을 우선적으로 선택하여 관리하고, 전반적으로 발생하는 곳은 식재패턴을 고려하여 유사규격의 수목을 선택하여 관리하는 과밀식재지 밀도관리 표준모델을 개발하였다. Figure 5-a 모델 사례는 전체 수관중복률이 26.9%

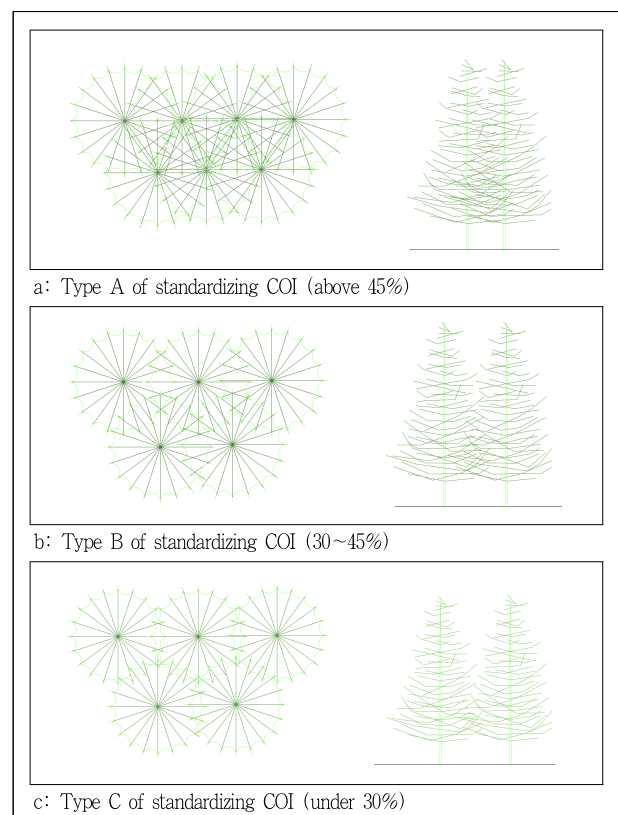


Figure 4. Types of standardizing COI for the density management of overcrowded planting sites

로 수관중복률 30% 이하 Type C에 해당하지만 중앙의 일부 수목은 완전히 수관이 중복되어 도태가 우려되고 있다. 이 모델은 수목간 경쟁으로 인해 수고와 직경 및 수관 생장이 불량하여 도태가 우려되는 수목을 우선적으로 선정하여 관리하는 모델이다. 생육불량 수목을 우선적으로 관리하는 모델에 적용

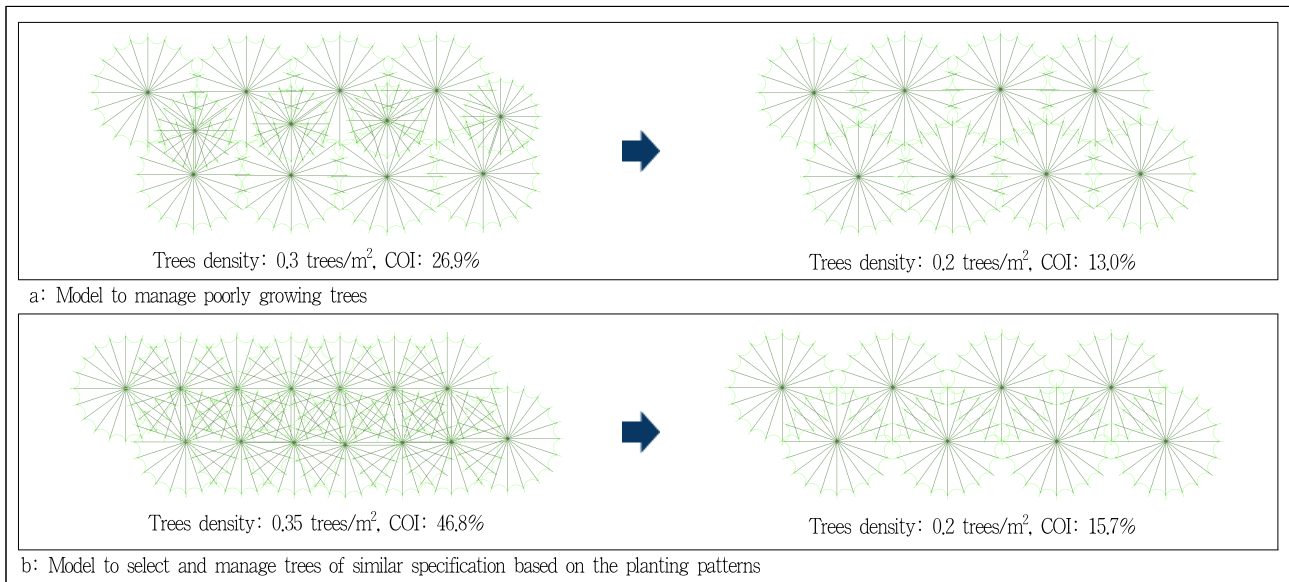


Figure 5. Standard models for the density management of overcrowded planting sites

한 결과, 수목밀도는 $0.3\text{주}/\text{m}^2$ 에서 $0.2\text{주}/\text{m}^2$ 로 감소했고, 수관 중복률은 26.9%에서 13.0%로 감소했다(Figure 5-a 참조).

당장에 생육불량 수목이 발생하지 않았을지라도 과밀식재로 인한 수목의 수형 및 생육불량 현상을 예방하기 위해서는 적절한 시기에 수목의 밀도관리가 이루어져야 한다. 과밀식재지의 식재패턴은 대부분 2~3열의 열식 또는 교호식재 형태에서 발생된다. Figure 5-b 모델 사례는 전체 수관중복률이 46.8%로 수목 밀도관리가 우선적으로 필요하며, 중점적인 관리가 추진되어야 하는 Type A에 해당한다. 식재패턴을 고려하여 유사규격의 수목을 선택적으로 적용해야 하는데, 관리 후 수관개방 공간을 넓게 형성시키지 않도록 수관이 중복되고 경합된 수목을 위주로 관리한다. 밀도관리 이후 수관개방 공간이 넓게 형성되면 경관미가 훼손되고 완충기능이 감소하며, 외래종의 침입이 예상되기 때문이다. 식재패턴을 고려하여 유사규격의 수목을 선택하여 관리하는 모델에 적용한 결과, 수목밀도는 $0.35\text{주}/\text{m}^2$ 에서 $0.2\text{주}/\text{m}^2$ 로 감소했고, 수관중복률은 46.8%에서 15.7%로 감소했다(Figure 5-b 참조).

3) 과밀식재지 관리방안 적용체계

밀도관리 대상수목에 대한 수형 경관성과 이식작업 용이성을 검토하여 이식, 간벌, 가지치기 방법으로 선택할 수 있는 관리방안 적용 체계를 작성하였다(Figure 6 참조). 수관중복률 척도 기준(Type A, Type B, Type C)을 통해 과밀식재지 밀도관리 대상지를 선택한 후 밀도관리가 필요한 생육불량 수목 또는 수관 중복도가 높은 수목을 선정한다. 밀도관리 대상수목을 대상으로 이식의 필요성을 파악하기 위해 수형 경관성 검토를 시행한다. 수형 경관성 검토는 Han *et al.*(2014)의 도시공원 조경수목 평가방법에 따라 주간 직간성, 수관형태, 수피

손상, 병충해 확인 등을 통해 조경적 가치를 종합적으로 판단한다. 주간이 곧고 기울어지지 않은 수목을 선택하고, 주간이 기울고 심하게 뒤틀리며, 아래에서 분지된 수목은 이식 필요 수목에서 제외한다. 수종 고유의 수관형태를 유지하는 수목을 위주로 이식 필요 수목에 반영하고, 수관형태가 한쪽으로 자라거나 끝에만 가지가 있는 수목은 배제한다. 수피가 많이 손상된 수목, 병충해 감염이 있는 수목은 이식하지 않고 간벌을 통해 관리한다. 이와 같이 수형이 불량한 수목은 조경적 가치가 낮으므로 간벌을 우선적으로 검토하고, 수형이 양호한 수목은 이식작업의 용이성을 검토하여 이식 여부를 결정한다.

밀식목의 관리의 전형적으로 숲가꾸기 사업 차원에서 시행되는 간벌과 가지치기 방법으로 시행되고 있다. 그러나 가지치기는 조경수의 고유 경관미를 훼손할 수 있고, 시간이 지나면 가지가 다시 성장하게 되므로 근본적인 밀도관리 방법이 되지 못하는 단점이 있다. 간벌은 이식에 비해 저렴한 예산으로 밀도관리가 가능하고, 간벌목을 활용하여 목재시설물 제작, 공예품 및 우드칩 생산 등의 임목적인 재활용 가치가 있다. 그러나 간벌위주의 관리방법은 그동안 도시환경에 적응하여 잘 자라온 조경수목의 경관적 가치를 활용하지 못하는 단점이 있고, 생명윤리적인 측면에서 수목별채를 반대하는 일부 주민과 환경단체의 문제제기에 간벌사업의 사회적 갈등이 발생하기도 한다. 따라서 수형이 양호한 조경수목을 대상으로 신규 식재지에 이식할 수 있는 타당성과 방안을 적극 검토해야 할 필요가 있다. 순공사비용 측면에서 이식에 비해 간벌 및 가지치기 작업의 비용이 훨씬 경제적이나, 이식성공률 60~75%(Lim and Kim, 2001; Lee *et al.*, 2015)를 고려하더라도 신규식재에 비해 이식목을 적절하게 활용하는 방안이 경제적이고 합리적인 방안으로 사료된다. 이식작업의 용이성은 경제성, 이식 성공률,

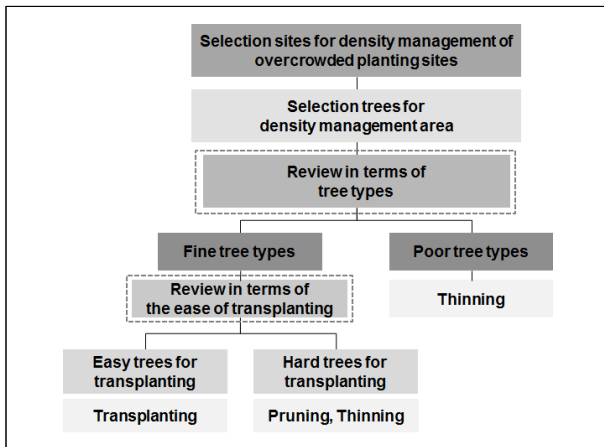


Figure 6. Application system of management plans of overcrowded planting sites

수목 위치, 주민 요구 등을 종합적으로 고려하여 평가하는 것이 필요하다. Lee and Choi(2009) 및 Lee *et al.*(2015) 연구결과, 대경목은 이식 성공률이 낮고 흉고직경 25cm 미만의 중소경목이 이식대상에 적절하다고 밝혀졌으므로, 중소경목을 위주로 이식작업 대상 수목을 선정한다. 그러나 경제성, 이식 성공률, 수목 위치 측면에서 이식작업에 불리하더라도 주민요구 및 이식의 기대효과가 높은 수목은 최대한 이식대상에 포함하여 검토하는 방안이 필요하다.

3. 신규식재지 배식설계 모델

신규로 조성되는 완충녹지에 적용할 수 있는 식재밀도 및 배식모델을 제안하였다(Table 4, Figure 7 참조). 스트로브잣나무 과밀식재를 완화할 수 있는 식재기준과 더불어 관목량 밀도 증대를 통해 완충효과를 입체적으로 강화하고, 녹지경관을 개선할 수 있도록 하였다. 완충녹지 조경설계에서 반영되는 스트로브잣나무의 표준규격은 H3.0×W1.5이다. 앞서 분석한 화성 동탄신도시 완충녹지에서는 조성 초기의 완충효과 기능을 위해 10m 단위 길이에 스트로브잣나무 5주를 교호로 배치하였는데, 식재밀도는 0.3주/m²이었다. 조성 초기부터 과밀하게 식재한 결과는 수목간 경쟁으로 수형이 불량해지고, 수목생육에 문제점을 발생시키는 것으로 분석되었다. 수목 밀도조절 관리주기를 10년 목표로 설정하고, 신규식재 시 식재밀도를 완화하는 기준을 마련하였다. 스트로브잣나무의 식재밀도는 10m 단위길이 기준으로 기존에 5주를 교호패턴으로 배치하던 방식에서 1주를 줄여 4주로 조정할 수 있는데(Figure 7 참조),

Table 4. Criteria of planting density of new buffer green spaces

Division	Canopy tree		Shrub
	Pinus strobus	Deciduous trees	
Planting density (trees/m ²)	0.20~0.25	0.13~0.15	1.5~2.0

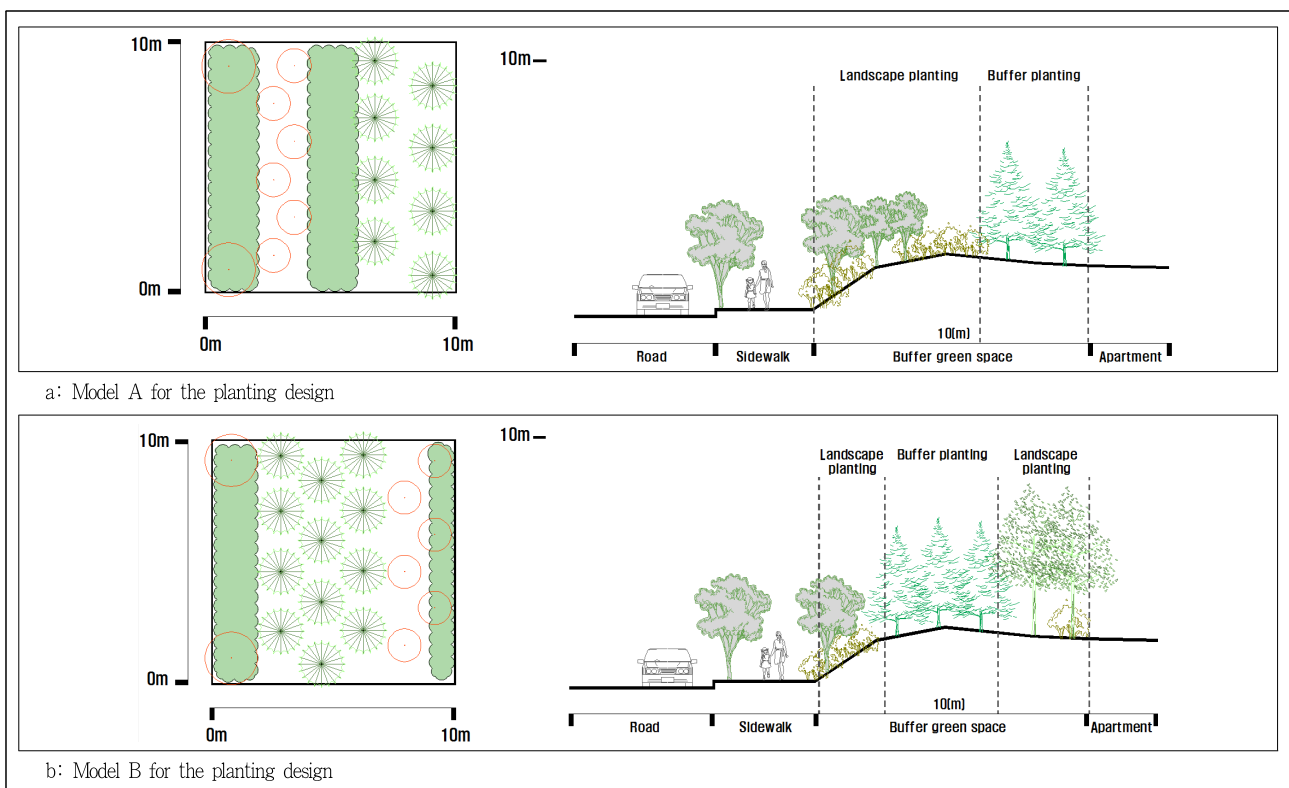


Figure 7. Model for the planting design of new buffer green spaces

이 경우 식재밀도는 $0.20 \sim 0.25$ 주/ m^2 로 감소하게 된다. Lee and Lee(1999)는 10년 관리목표로 스트로브잣나무 식재간격 3.0m를 제안하였는데, 본 배식설계 모델과 유사한 것으로 판단되었다. 완충식재지 내 낙엽활엽수의 식재밀도는 기존 0.14주/ m^2 와 유사하게 $0.13 \sim 0.15$ 주/ m^2 로 설정하였다. 완충식재지 스트로브잣나무 식재밀도를 완화하는 대신에 관목식재량을 대폭 증대시켜야 한다. 화성 동탄신도시 완충녹지의 현재 관목 평균밀도는 0.17 주/ m^2 로 매우 낮은 상태이었다. 완충 및 경관 기능을 강화하기 위해 관목은 녹지 내 지면을 최소한 30~40% 피복하는 수준으로 식재되어야 한다. 관목 밀도는 식재 당시 규격 W0.4를 기준으로 식재간격을 고려하여 환산하면 $1.5 \sim 2.0$ 주/ m^2 가 필요하다.

신규 완충식재지 식재밀도 기준이 적용되는 배식모델 A, B를 작성하였다. 도로 및 가로변 1~2m 마운딩 지형구조를 기반으로 가로변에는 경관식재, 마운딩 상부 및 아파트변은 완충식재 개념으로 설정하였다. 배식모델 A는 완충 기능과 더불어 가로변 경관 기능을 강화한 것으로 가로변에 낙엽활엽수 교목을 저밀도 식재하고, 관목식재량을 대폭 증가하는 모델이다. 관목의 증가는 보행자 측면에서 풍부한 녹량을 제공하여 특색 있는 경관을 형성하고, 하층을 완전히 피복하여 차폐의 효과를 지속적으로 도모하게 된다. 마운딩 중앙부의 완충식재에는 스트로브잣나무 2열로 교호식재한다. 배식모델 B는 녹지의 완충 기능 강화를 우선으로 하면서 가장자리 경관식재지에 관목식재량을 높이는 모델이다. 마운딩 상부 중앙에 스트로브잣나무를 3열로 교호식재하고, 가장자리에 낙엽활엽수를 식재하며, 관목을 높은 밀도로 도입한다.

IV. 결론

본 연구는 수목의 과밀생육으로 인한 수형 및 생육불량, 녹지의 기능 저하를 해결하기 위해 과밀식재지의 밀도관리 모델과 신규식재지의 배식설계 모델 개발을 목적으로 하였다. 완충녹지 조성초기에 높은 식재밀도로 조성되고, 10년이 경과한 후 수관중복 현상이 집중적으로 발생하고 있는 화성시 동탄1신도시를 연구대상지로 선정하였다. 화성시 동탄신도시의 완충녹지는 도로와 아파트단지 사이에 8~15m 폭으로 조성되었다. 완충녹지에 38개의 조사구를 설정하여 조경수 식재패턴, 수목밀도, 수관중복률을 조사하였다.

완충녹지 가로변에는 산딸나무, 복자기, 왕벚나무 등 경관기능의 낙엽활엽수가 67.9% 식재되었다. 마운딩 중앙부에는 스트로브잣나무 71.3%, 상수리나무 9.5%, 아파트변에는 스트로브잣나무 65.9%, 메타세쿼이아 10.2% 등 완충기능의 수목이 주로 식재되었다. 완충녹지 모든 공간에서 스트로브잣나무 수종에 대한 활용도와 편중현상이 높은 것으로 파악되었다. 스트로브잣나무는 흉고직경 10~15cm, 수고 5.0~7.5m이었고, 수령

은 약 15~20년생으로 성장이 왕성하여 육성 및 밀도관리가 지속적으로 필요한 수종이었다. 10년간 수고 성장과 더불어 하단부 가지의 고사로 인해 지면에서 1.5~2.0m 개방되어 있어 보행자 시각에서의 완충기능이 미흡하였다.

교목밀도는 가로변 경관식재지 0.13 주/ m^2 , 마운딩 중간부 완충식재지 0.23 주/ m^2 , 아파트변 완충식재지 0.33 주/ m^2 이었다. 기존 완충녹지 연구에 비해 교목의 식재밀도는 충분히 높았으나, 관목은 매우 부족하였다. 완충녹지 내 과밀식재 현상은 주로 스트로브잣나무, 메타세쿼이아, 상수리나무 등에서 발생하고 있었다. 스트로브잣나무는 과밀식재 현상이 가장 심각한 수종인데, 지금까지 고사된 수목을 포함하면 조성초기의 식재밀도는 0.30 주/ m^2 보다 더 높았을 것으로 추정되었다. 수목의 과밀생육 수준을 효과적으로 측정하고 평가하기 위해 수관중복률 지표를 개발하여 분석하였다. 스트로브잣나무의 수관중복률은 평균 35.6%로 매우 높았고, 수목간 가지가 모두 겹친 수관중복률 45% 이상인 지역도 많았다.

과밀식재지 밀도 조절 관리를 위한 수관중복률 기준의 적정 분기점을 파악하여 현장에서 육안으로 수관중복률을 파악할 수 있는 표준화된 척도 기준을 개발하였다. 수목간 가지의 겹침정도를 현장에서 육안으로 정성적으로 판단할 수 있도록 수관중복률 45% 이상(Type A), 30~45%(Type B), 30% 이하(Type C) 등 3단계 척도로 표준화하였다. Type A는 수목 밀도관리를 중점적으로 시행해야 하고, Type B는 수목 밀도관리가 필요하며, Type C는 밀도관리가 아직 필요하지 않는 기준을 설정하였다. 과밀식재지 밀도관리 표준모델로서 심각한 수관중복 현상이 부분적으로 발생하는 곳은 생장불량 수목을 우선적으로 관리하는 모델, 전반적으로 발생하는 곳은 식재패턴을 고려하여 유사규격의 수목을 선택하여 관리하는 모델을 제시하였다. 밀도관리 대상수목에 대한 수형 경관성과 이식작업 용이성을 검토하여 이식, 간벌, 가지치기 방법으로 선택할 수 있는 관리방안 적용 체계를 작성하였다. 순공사비용 측면에서 이식에 비해 간벌 및 가지치기 작업의 비용이 훨씬 경제적이나, 이식성공률 60~75%를 고려하더라도 신규식재에 비해서는 이식목을 적정하게 활용하는 방안이 경제적이고 합리적인 방안으로 볼 수 있다.

신규로 조성되는 완충녹지에는 스트로브잣나무를 10m 단위 길이 기준으로 기존에 5주를 교호패턴으로 배치하던 방식에서 1주를 줄여 4주로 조정하는 배식설계 모델을 제안하였다. 스트로브잣나무 교목 식재밀도를 0.30 주/ m^2 에서 $0.20 \sim 0.25$ 주/ m^2 로 완화하는 대신에 관목 식재밀도를 $1.5 \sim 2.0$ 주/ m^2 로 강화하여 하층을 최소한 30~40% 피복해야 하는 모델을 제시하였다. 신규식재지 배식설계 모델은 완충기능을 효과적으로 수행하면서 보행자를 위한 풍부한 녹량을 제공하여 특색 있는 경관을 형성할 수 있는 방안이다. 본 연구의 배식모델에 따라 식재가 되더라도, 식재 후 5년이 경과하면서부터 수목간 수관

이 가까워지고 중복되기 시작할 것이다. 조경수목의 밀도관리
는 10년을 목표로 설정하여 수관중복률 표준 척도를 기준으
로 모니터링하고, 수형 경관성과 이식 용이성을 검토하여 이식,
간벌, 가지치기 등의 밀도관리가 시행되어야 한다.

본 연구의 결과는 과밀식재지 중 스트로브잣나무에 집중하
여 문제점을 지적하고, 관리모델을 도출한 것으로서 과밀식재
현상이 발생하고 있는 메타세쿼이아, 상수리나무 등 타 수종에
대한 고려가 부족하였다. 또한 군식을 통해 수관이 일부 중복
되어 가면서 목표경관을 형성하는 경관적 관점을 고려하지 못
하였다. 본 연구를 통해 우리나라 전체 도심 완충녹지에 해당
연구결과를 일반화하기에는 한계가 있으므로 다양한 사례에
대한 심화 연구가 필요하다. 완충녹지의 조성 목표에 따라 조
성 초기부터 과밀식재가 필요한 지역이 있을 수 있기에 조성목
표 및 요구되는 기능에 따른 적절한 기준 및 관리방법에 대한
후속 연구가 필요하다. 그리고 밀생목을 간벌하지 않고 이식하
여 용도에 맞게 재활용할 수 있는 기준 마련에 대한 후속 연구
가 이루어져야 한다.

References

1. Arnold, H. F.(1992) Trees in Urban Design(2nd ed.), N. Y.: Van Nostrand Reinhold Company Inc.
2. Bradley, G. A.(1955) Urban Forest Landscape, Seattle: University of Washington Pres.
3. Choi H. S., K. O. Ryu and J. H. Hyun(2009) Growth characteristics of eastern white pine(*Pinus strobus* L.) with six provenances in a Hwasong plantation, Korean Journal of Breeding Science 41(3): 271-278.
4. Choi, I. H., K. H. Hwang and K. M. Lee(1998) A study on improvements of local governments' planting regulations in Korea, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 26(2): 194-206.
5. Choi, J. S., N. C. Kim and S. K. Moon(1988) Study on the numerical of classifying treeforms: A case study of *Zelcova serrata*, *Pinus strobus*, and *Magnolia denudata*, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 16(2): 1-7.
6. Choi, M. B. and E. S. Kim(2001) A study on the preference degree of landscape trees of the landscape designers: Focused on the planting design map of the beautiful sight deliberation in Chonju city, Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 19(37): 60-71. (in Korean with English abstract)
7. Han, B. H., H. G. Cho, J. I. Kwak and S. C. Park(2014) Planting evaluations for the landscaping tree and application plan by assessment grade in the city park, Korean Journal of Environment and Ecology 28(4): 457-471.
8. Hwang, S. H.(2003) A Study on the Green Arrangement and Planting Method of Neighborhood Parks by the Location and Function in Gangnam-gu, Seoul, Master's Thesis of Graduate School, University of Seoul, Korea.
9. Jang, J. H.(2008) A Study on Planting Structure Improvements Considering Planting Characteristics and Landscape Function in Asia-park, Seoul, Master's Thesis of Graduate School, University of Seoul, Korea.
10. Kim, D. W.(1999) Alternative Models of Yangjae Citizen's Park in Seoul, Korea, Master's Thesis of Graduate School, University of Seoul, Korea.
11. Kim, J. Y.(1999) Planting Models of Buffer Green Space based on the Natural Vegetation Structure, Master's Thesis of Graduate School, University of Seoul, Korea.
12. Kim, Y. Y., K. J. Lee, J. W. Choi and B. H. Han(2008) Planting improvement and contribution to greenspace function by use of road-side buffer greens: In the case of Songpadearo and Nambusunwhanno in Songpa-gu, Seoul, Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 36(3): 39-51.
13. Lee, H. T., K. C. Lee and D. P. Kim(1994) A study on the management condition of exterior space in APT, complex: In the case of GISAN APT, complex in DAEGU, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 22(3): 3121-3135.
14. Lee, J. B. and K. K. Shim(1998) A study on the optimum planting density of urban public park in Seoul: In case of the Munjung Family Apt, complex, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 26(2): 219-228.
15. Lee, K. J.(2005) Improvement Plan and Controversial Points of Large-Scale Buffer Green Spaces in New Town, Korea, Report of National Assembly Policy.
16. Lee, K. J., B. H. Han and S. D. Lee(2004) Improvement planting method and characteristics of planting design with ornamental trees in apartment complex, Seoul, Korean Journal of Environment and Ecology 18(2): 236-248.
17. Lee, K. J., B. H. Han, H. A. Park and J. W. Choi(2008) Planting plan for improvement of green space function in the vicinity of railroad in seashore reclaimed land: A case study of buffer green space, Ansan city, Journal of Korean Society of Environment and Ecology 22(6): 691-706.
18. Lee, O. H. and K. J. Lee(1999) Optimal planting spacing on the basis of the growth condition of landscape trees, Korean Journal of Environment and Ecology 13(1): 34-48.
19. Lee, S. C., B. Y. Jo and S. H. Choi(2015) A study of establishment ratio of native tree transplant, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 43(2): 23-29.
20. Lee, S. D. and S. H. Choi(2009) Study on the selection criteria for transplanting trees in the forest reserve areas designated for future development, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 23(6): 535-544.
21. Lim, W. H. and Y. S. Kim(2001) Defects of planting in landscape plants in apartment complex, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 29(2): 61-67.
22. Miller, R. W.(1997) Urban Forest: Planning and Managing Urban Greenspaces, New Jersey: Prentice Hall.
23. Nakajima, H.(1993) The Design, Construction, and Management of Planting, Tokyo: Economic Research Association.
24. Nelson, W. R.(1981) Planting Design: A Manual of Theory and Practice, Illinois: Stipes Publishing Company.
25. Oh, C. H., W. J. Jeong, I. K. Lee, M. K. Kim and E. H. Park(2012) A study on optimum tree planting density for apartment complex, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 40(6): 140-147.
26. Robinson, N.(2011) The Planting Design Handbook, Farnham: Ashgate Publishing Limited.
27. Yoon, K. B.(1985) The Landscape Planting, Seoul: Iljogak.

Received : 11 September, 2018

Revised : 25 October, 2018 (1st)

28 October, 2018 (2nd)

Accepted : 28 October, 2018

3인익명 심사필