

도심 실내조경 식물의 적절한 생육에 필요한 광조건

- 서울시 광화문 교보생명빌딩 그린하우스를 대상으로 -

이경재* · 최진우** · 배호봉*** · 강현경**

*서울시립대학교 조경학과 · **(주)기술사사무소 L.E.T 부설 에코플랜연구소 · ***건국대학교 시설팀

Light Conditions for Suitable Growth of Urban Interior Plants - In Case of Green House within Kyobo Building, Seoul -

Lee, Kyong-Jae* · Choi, Jin-Woo** · Pae, Ho-Bong*** · Kang, Hyun-Kyoung**

*Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

**Eco Plan Research Center, L.E.T

***Office of Campus and Construction, Konkuk University

ABSTRACT

This study has attempted to calculate the intensity of illumination for the optimal growth environment of indoor plants after analyzing both damage to plant species and growth conditions as impacted by light conditions for the Kyobo Life Insurance greenhouse. The optical intensity of illumination has been estimated after investigating the problems of growth conditions based on an analysis of illumination by light condition, dead tree replacement cycle(weeks) and rate of damage of plant species. According to the investigation of illumination, the lowest difference was observed between the shaded spot in the south(531lux) and the sunny spot(602lux) while the largest difference(nearly 500lux) was detected between the shaded spot in the central area(210lux) and the sunny spot(782lux). According to an analysis of dead trees from 1990 to 2004, in terms of dead tree replacement cycle, *Viburnum awabuki* was the highest(161weeks), followed by *Phyllostachys* spp.(84weeks), *Camellia japonica* and *Ternstroemia japonica*(40weeks). Regardless of plant species, damage rate of plant were lower in the shaded spot and higher in the sunny spot. According to correlation and regression analyses with the intensity of illumination as an independent variable and the damage rate of plant species as a dependent variable, the damage rate of plant species increased as the intensity of illumination decreased. A dramatic decline in the rate of damage was observed at 500~600lux. At 700lux, it reached the lowest level.

Key Words: Intensity of Illumination, Damage Rate of Plant, Growth Condition of Plant, Evergreen Tree

국문초록

본 연구는 교보생명빌딩 그린하우스를 대상으로 광조건에 따른 수목피해 및 생육상태 영향을 조사·분석하여 실내식물의 적절한 생육환경을 유지할 수 있는 적정 조도기준 도출을 목적으로 하였다. 광조건에 따른 조도현황과 고사목 교체주

Corresponding author: Jin-Woo Choi, Eco Plan Research Center, L.E.T, 202 YoungPung Bidg, Bangi-dong, Songpa-gu, Seoul 138-052, Korea, Tel.: +82-2-424-7170, E-mail: jinune@uos.ac.kr

수, 수목피해율을 분석하여 생육조건에 따른 문제점을 파악하고 적정 조도기준을 도출하였다. 조도조사 결과 남측 음지와 양지에서 각각 531lux, 602lux로 가장 낮은 차이를 보인 반면에, 중앙 음지와 양지에서 210lux, 782lux로 약 500lux의 가장 높은 차이가 발생하였다. 1990~2004년간 수목고사 조사결과 식재된 수목 중 아왜나무가 161주로 교체율이 가장 높았으며, 대나무 69주, 동백나무 40주, 후피향나무 40주 등의 순으로 조사되었다. 수목피해도 결과는 수중에 관계없이 채광이 양호한 양지구역에서는 평균 수목피해율이 4.4~6.4%로 경미하였으며, 음지구역에서는 수목피해율이 21.9~48.8%로 심각한 피해 현상이 나타났다. 조도를 독립변수로, 수목피해도를 종속변수로 상관분석과 회귀분석을 각각 실시한 결과, 조도가 낮아질수록 수목피해율은 증가하였다. 조도가 500~600lux 사이에서 피해율이 급격히 감소하였으며, 700lux 수준에서 피해율이 최소화되었다. 따라서 실내식물의 광조건에 의한 피해율을 줄이기 위해서는 최소 700lux이상의 조도가 필요한 것으로 판단되었다.

주제어: 조도, 수목피해율, 수목생장조건, 상록수

1. 서론

도심 내 대규모 상업업무빌딩의 환경개선 방안으로 건축물 내부에 식물을 도입하는 실내조경 공간 창출방안이 도입되고 있다. 도시 실내조경 공간은 공기정화효과가 높은 일종의 자연적 공기정화기와 같은 역할을 한다고 밝힌 바 있다(정은형, 1997). 즉, 식물은 고온의 실내에서 주위 온도를 저하시킬 수 있고 적정온도 이하에서는 잠열을 전달하여 실온을 상승시키며(곽혜란, 1999), 실내 오염원을 제거하는 등 실내 쾌적성 증진에도 커다란 역할을 한다(한승원, 2001). 그리고 실내에서 식물은 잎이나 가지, 잔가지로 소리를 흡수, 편향, 굴절, 반사시켜 소음 영향을 차단하는 기능이 있다(조재우, 1985). 또한 정서적인 측면에서 실내조경은 심리적인 안정효과가 중요하게 작용하고 있는데, 식물이 있는 환경에서 생활하는 사람은 스트레스나 자극에 저항하는 능력이 강해지며 보다 안정된 삶을 지속시킬 수 있다고 보고하였다(Ulrich and Parsons, 1992).

이와 같이 실내조경은 도시 인공물로 가득 덮여 있는 공간에서 공기정화 및 소음완화 등의 환경적 기능 뿐만 아니라 여유로움, 편안함, 친근감, 자연과 접촉을 통한 신체적 안정감, 정서함양 등 심리적 효과에도 많은 도움이 되는 공익적 가치가 있으며, 심지어는 상업적 공간에서 소비자를 유입시킬 수 있는 마케팅 전략으로도 충분한 경제적 가치를 지니고 있다. 이러한 측면에서 도심 내 대규모 상업업무 공간을 대상으로 이용자들에게 휴식기능 역할을 제공하는 조경공간을 조성하고 식물 생육상태를 관리하는 연구는 중요하다고 할 수 있다.

현재 지구상에는 35만 여종의 식물이 살고 있는데 이중 실내 식물로 이용되고 있는 식물은 대부분이 관엽식물로 약 300여종이며, 우리나라 시장에서 보편적으로 판매되는 식물은 약 100여종에 이른다(이영무, 1995). 이와 같이 극히 적은 수의 식물이 실내식물 소재로 이용되는 이유는 식물 생육특성상 실내의

낮은 광도와 공중습도 등에 적응력이 있는 식물만이 이용가능하기 때문이다(이진희 등, 2001). 이와 같이 실내공간에서 식물 성장변화에 영향을 주는 중요한 환경인자로 광, 습도, 수분 등을 제시하고 있으며(박상현과 심경구, 1989), 실내식물 도입관리에 있어 광(光)이 가장 우선적으로 고려해야 할 환경조건으로 제시하였다(Briggs and Calvin, 1987).

실내공간에서 자연광 유입은 쾌적한 생활환경을 마련하고 원활한 인간 활동을 돕는 주요 에너지원으로써 뿐만 아니라, 식물생장을 돕는 주요 광원으로 인식되고 있다. 그러나 실내조경 공간에서 자연광 유입시설 및 광환경은 식물의 원활한 생장을 위한 충분한 여건을 마련하지 못하고 있는 실정이다. 이월희(1995)는 대형건물 내 실내식물에 대한 가장 큰 하자원인의 절반을 광선부족으로 파악하여 인공조명에 대한 필요성을 강조하였고, 이러한 실내 환경 특수성에 기인하여 실내조경 공간에 도입되는 식물은 내음성이 강한 식물을 중심으로 식재되고 있다고 하였다.

실내식물 생육과 광조건 관계에 대한 연구에서 아프리카바 이올렛, 칼라코에, 무늬산호수식물은 1,000lux 광조건에서 생장량이 증가한다고 보고되었고(최경옥과 방광자, 2001), 황반엽 중 목본성 관엽식물 초종과 황반엽 초본성 관엽식물 3종에 대한 생육실험결과 적정광도는 1,000~3,000lux인 것으로 분석되었다(곽혜란, 1993). 즉 실내조경 공간 조성 시 식물생존 최소 조도는 1,000lux이상을 유지하는 것이 무엇보다 중요한 것으로 제시되었다. 그러나 국내의 연구대상 식물은 주로 관엽 초본식물을 대상으로 실시하였으며 수목을 대상으로 한 연구는 부족하였다.

본 연구는 실내 조경공간 중 국내 최초이자 최대 규모로 조성된 서울시 광화문 교보생명빌딩 그린하우스 조경공간을 대상으로 하였다. 본 연구 대상지는 조도환경 불량에 따른 수목 피해로 해마다 많은 수의 수목이 교체되고 있어 조경관리의 어려움이 있으므로 조도환경 개선 및 대상지에 적응력이 강한 적

정 수종을 이식하고 도입하는 방안이 필요하였다. 따라서 본 연구는 교보생명빌딩 그린하우스를 대상으로 광조건에 따른 수목피해 및 생육상태 영향을 조사·분석하여 실내식물의 적절한 생육환경을 유지할 수 있는 적정 조도기준 도출을 목적으로 하였다.

II. 연구방법

1. 연구의 범위

연구의 공간적 범위는 서울특별시 종로구 종로1가 1번지에 위치하고 있는 교보생명빌딩 그린하우스이다(그림 1 참조). 교보생명빌딩 그린하우스는 1980년 국내 최초로 조성된 실내조경 대상지로 건물 1층에 조성되어 있다. 현재 국내에 조성된 실내조경 중 식재지 면적만 492m²로 가장 넓으며, 우리나라 남부지방에 자생하는 난대, 온대남부수종 등 약 28종 234주를 보유하고 있다. 연구 대상지는 실내조경 규모가 크고 관리시기가 오래 되어 유지관리 보유자료 확보가 용이하였고, 이에 실제 상업빌딩 실내조경 공간에서 광조건에 따른 수목피해영향을 분석하는 연구에 적합한 대상지로 판단하였다. 연구의 내용적 범위는 크게 대상지 환경조건 및 관리현황, 광조건에 따른 조도현황을 조사하였고, 수목피해 현황으로 고사목 교체주수, 수목피해율을 분석하였다. 현황분석 결과를 토대로 광조건에 따른 문제점을 파악하고 적정 조도기준을 도출하였다.

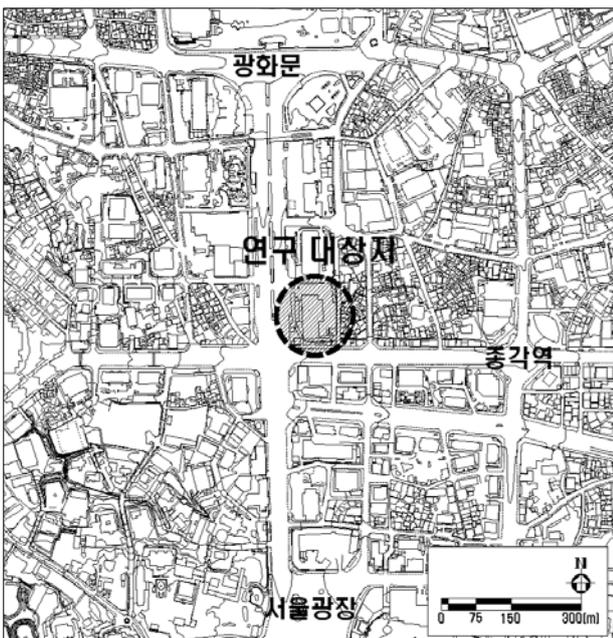


그림 1. 연구 대상지 위치도

2. 연구방법

연구 대상지 환경조건 및 관리현황은 그린하우스의 규모 및 실내구조, 채광구조, 온도, 습도, 수목식재현황을 조사하였다. 그린하우스의 규모 및 실내구조는 시공업체의 유지관리 도면과 실측을 통해 분석하였다. 채광구조는 2004년 9월 오전 8시부터 오후 18시까지 2시간 간격으로 건물 내부의 음영상태를 도면에 표시하여 분석하였다. 온도 및 습도현황은 그린하우스 식재지 내부 1개소에 온도계와 습도계를 설치하여 2003년 10월부터 2004년 8월까지 측정하였다. 온도는 1일 최고온도와 최저온도를 측정하였고, 습도는 1일 최고습도를 측정하였다. 식물식재현황은 시공업체의 유지관리도면을 기초로 중앙 식재지, 남측 식재지, 북측 식재지로 구분하고, 식재수목의 수종명과 규격을 조사하였다.

광량의 조사는 조도계를 사용하여 측정하였으며, 조사지점은 광현황을 고려하여 크게 중앙 A구역, 남측 B구역, 북측 C구역으로 구분하고 채광조건과 조도차이가 육안으로 구분되는 양지와 음지 경계를 따라 총 6개 지점으로 구분하였다(표 1, 그림 2 참조). 조도 조사 시기는 2003년 11월부터 2004년 8월까지 10개월 동안 매월 4회, 1일 오전 8시부터 2시간 간격으로 총 140회를 조사하여 식재식물의 실질적인 조도환경을 파악하였고, 각 조사지점별로 높이 1.2m에서 조도를 측정하였다.

표 1. 그린하우스 조도조사 위치 및 광 현황

조사지 구분		조사지 위치 및 광 현황
중앙	A-1(음지)	에스컬레이터에 의한 광 차단
	A-2(양지)	외벽 창문 측에 위치하여 채광 양호
남측	B-1(음지)	목재 계단 주변 시설물에 의해 채광 불량
	B-2(양지)	남측 외벽 창문과 근접하여 채광 양호
북측	C-1(음지)	북측 내부에 위치하여 채광 불량
	C-2(양지)	북측 외벽 창문과 근접하여 일조시간 부족

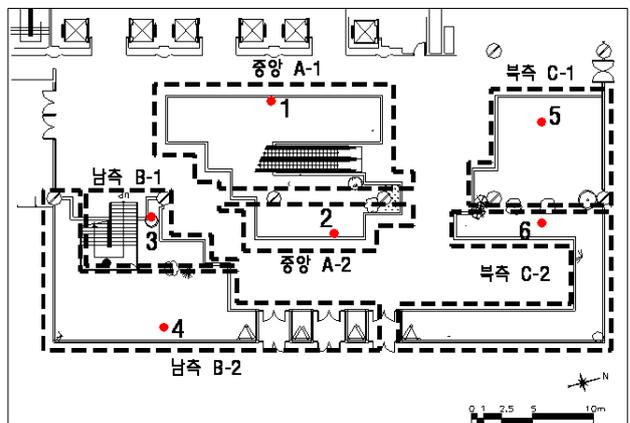


그림 2. 그린하우스 조도조사 지점 위치도

수목피해현황은 고사목 교체현황과 수목피해율을 조사하였다. 고사목 교체현황은 1990~2004년도까지 그린하우스 관리대상, 수목교체공사 기록과 수목교체 보고서 등 관련 자료를 근거로 조사하였다. 수목피해율은 생육환경에 대한 수목 저항성을 나타내는 척도로 수목 생육환경에 미치는 가지적인 피해정도를 종합적으로 진단할 수 있다. 수목피해율 조사방법은 국립환경연구원(1988)의 방법을 응용한 이경재 등(1990)의 방법을 이용하여 산성우 및 대기오염물질에 의한 수목 피해 연구(이경재 등, 1993), 아파트단지 배수불량에 의한 수목 피해 연구(최용순과 심경우, 1995), 화력발전소 입지 및 토양환경에 의한 수목 피해 연구(강현경 등, 2006)에 사용되었다. 수목피해율 조사는 잎의 변색도(상록수), 낙엽정도, 위축, 신초생장, 소지상태, 정아유무, 수관감소, 수세 등 각 항목별로 산정기준에 따라 점수를 부여하는데, 잎 변색도와 잎 낙엽률은 작년 잎과 당년 잎으로 구분하여 조사하였다(표 2 참조). 수목피해율 Y는 측정항목별 점수를 합계하여 총 점수 33점을 기준으로 백분율로 환산하였고, 피해율에 의한 피해 정도는 0~10% 정상, 11~30% 경 피해, 31~50% 심 피해, 51% 이상을 극심 피해 등급으로 판정하였다(이경재 등, 1990). 대상지 수목피해율 조사수목은 수종별 조도환경에 따른 피해현황을 조사하기 위해 식재지 구역별(A, B, C) 양지와 음지에 식재된 동백나무, 먼나무, 돈나무, 후피향나무, 식나무, 아왜나무 등 총 7종 42주를 조사하였다. 광조건에 의한 수목피해영향을 심도 있게 파악하기 위해 수목피해율 측정항목과 조도간의 상관분석과 회귀분석을 실시하였고, 실내식물의 적절한 생육환경을 유지할 수 있는 적정 조도기준을 도출하기 위해 조도를 독립변수로, 수목피해율을 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하였다. 통계분석은 SPSS 14.0 (SPSS Inc., 2007)을 이용하여 분석하였다.

III. 현황분석 결과

1. 대상지 환경조건 및 관리현황

1) 그린하우스 규모 및 실내구조

교보생명빌딩 그린하우스 전체는 가로 45m, 세로 24.3m, 높이 25.3m 규모로 구성되어 빌딩출입을 위한 중앙통과 동선 바닥면을 제외하고는 녹지공간으로 조성되었다(그림 3 참조). 그린하우스의 바닥면적은 총 1,094m²이었으며 이중 식재지 면적은 492m²로 전체 바닥면적의 약 47%를 차지한다. 건물 내부의 환경관리는 동계, 하계 모두 기계시스템에 의해 냉, 난방을 실시하여 실외 온도와는 완전히 분리되어 있다.

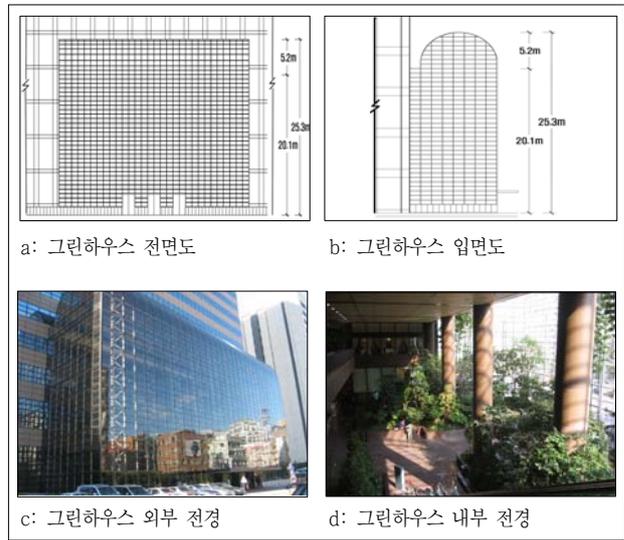


그림 3. 그린하우스 건축규모 및 전경

표 2. 수목피해율 조사기준

항 목	기준	점수
당년 잎 변색도(X1)	전체 수관 잎의 변색비율	무(0~25%: 0점), 경(26~50%: 2점), 심(51~75%: 3점), 극심(76~100%: 4점)
작년 잎 변색도(X2)		
위축정도(X3)	전체 수관 잎 중 활력이 약하여 밑으로 처진 비율	76~100%(4점), 51~75%(3점), 26~50%(2점), 0~25%(0점)
당년 잎 낙엽률(X4)	엽록소가 황색 또는 갈색으로 변화비율	무(0~20%: 0점), 경(21~40%: 1점), 심(41~60%: 2점), 극심(61~80%: 3점), 매우 극심(81~100%: 4점)
작년 잎 낙엽률(X5)		
지수상태(X6)	수세가 불량해진 가지의 처짐 구분	유(1점), 무(0점)
신초생장(X5)	금년에 자란 줄기 정단부 신초 생장 정도 구분	극심한 지장(4점), 심한 지장(3점), 경미한 지장(2점), 정상(0점)
소지상태(X8)	주간을 이루는 줄기가 아닌 잔가지 상태	3/4고사(4점), 1/2고사(3점), 1/4고사(2점), 정상(0점)
정아유무(X9)	정아 유무 구분	무(1점), 유(0점)
수관감소(X10)	수목성장에 따른 수관 감소 정도 구분	유(1점), 무(0점)
수세(X11)	수목의 생장상태 고려하여 구분	우(0점), 양(1점), 가(2점)

2) 채광구조

실내 환경 조건에서 채광은 실내식물에 제공되는 자연광의 원활한 유입과 온도유지를 위한 필수적인 요소이다. 그린하우스는 동측, 남측, 북측 3면과 지붕을 채광이 용이하도록 철골 창호프레임 위에 복층유리재료(pairglass)를 사용하여 채광효과를 높였으며 자연광이 최대한 투과되도록 조성되었다. 그러나 최근, 주변건물의 신축으로 인해 준공 당시보다 채광량이 줄고 있는 실정이다. 그린하우스 실내 공간 채광에 지장을 주는 시설물로는 건물 1층 중앙부 에스컬레이터 남측 목재계단,

북측 건축물 기둥 등이 있다.

그림 4는 2004년 9월 식재지 음영상태를 오전 8시부터 2시간 간격으로 18시까지 음영상태를 조사하였다. 오전 8시에는 동측 방향에서 들어오는 태양광을 채광할 수 있으며 하루 중 가장 넓은 지역에 채광이 가능하였다. 오전 10시에는 태양 고도가 높아지면서 건물 내부로 들어오던 빛이 줄어들어 서쪽 방향의 C-1, A-1, B-1을 중심으로 음지가 형성되었다. 정오 12시에는 고도가 높아진 태양이 그린하우스의 유리지붕 상부에서 빛이 통과하고 있는 상태로 식재지의 절반 정도가 채광이 되고 있었다.

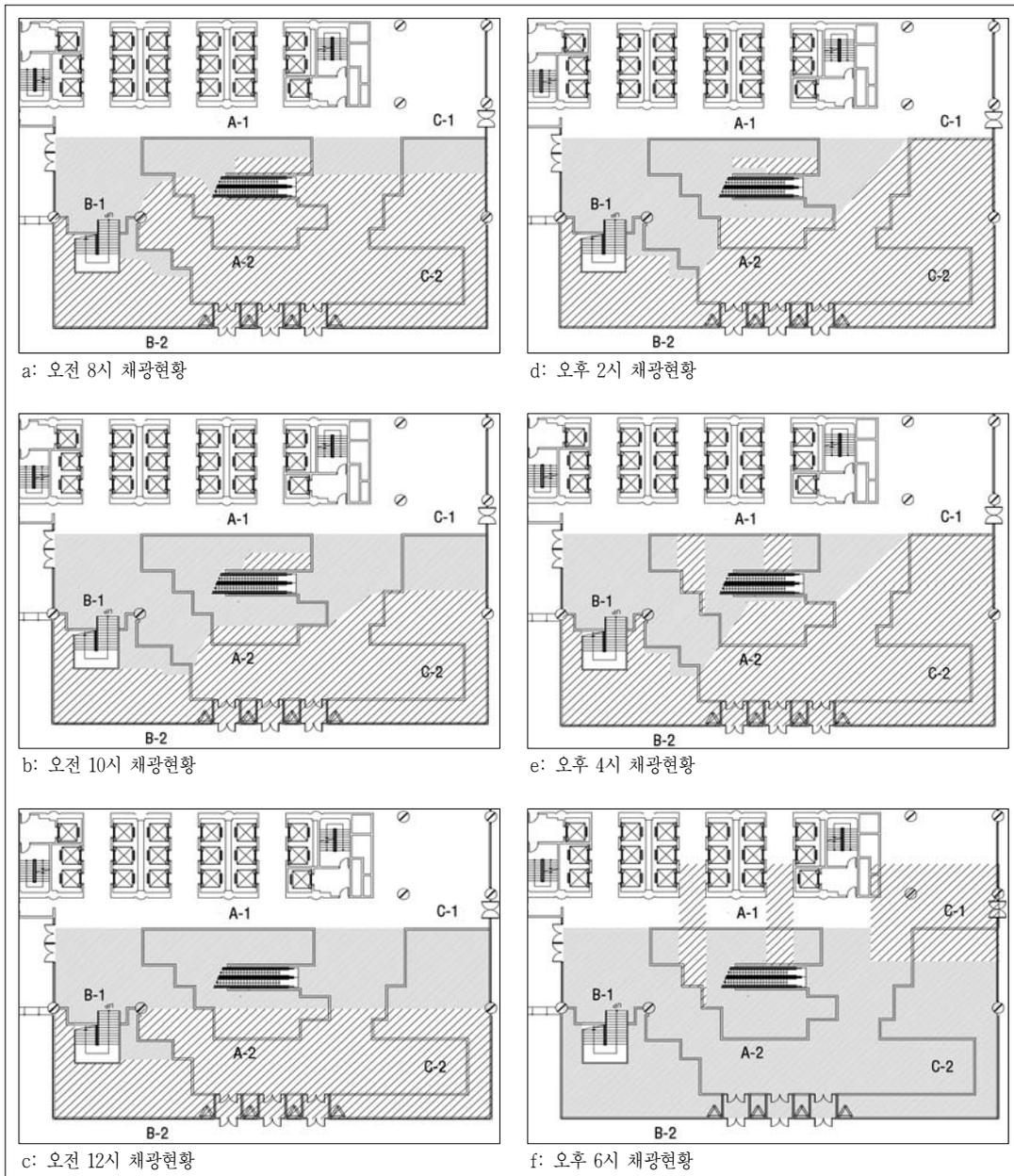


그림 4. 그린하우스 시간대별 채광현황도
 범례: ▨ 양지, ■ 음지

오후 2시에는 태양이 건물 남측면의 벽면을 비추고 있는데 그린하우스에 직접적인 채광은 없으며 그린하우스 전체가 약간 반음지의 상태로 조도가 유지되어 12시보다 조도 값이 조금 낮아진 상태이었다. 오후 4시에는 태양이 그린하우스의 반대편으로 돌아가 건물의 전면에 위치하며 건축물 엘리베이터 홀 사이로 빛이 통과해 채광이 되고 있으나 정오 12시 조도의 약 50% 정도 수준이었다. 오후 6시에는 태양이 서쪽으로 이동 후 비추는 상태로 약 30분 정도 중앙 식재지와 북측 식재지 일부에 채광이 되며 대부분 음지가 형성되었다.

3) 온도

일반적으로 실내식물은 대부분 자생지가 남부지방으로 동계 저온에 노출 될 시 동해가 발생하며 수목에 피해를 입히게 되므로 이를 방지하기 위해 그린하우스 내 동계 적정온도를 유지토록 난방시설이 설치되어 있다. 대상지의 연중 최고온도는 8월로 27℃, 최저온도는 1월로 9.5℃이었고, 월별 온도차는 하계(2~3℃)보다 동계에서 5~7℃로 높았고, 평균 온도차는 5.6℃이었다(그림 5 참조). 실내에 심어진 관엽식물이나 상록수의 생육가능 온도범위가 8~35℃이고, 밤에 온도가 높아지면 호흡작용이 계속되어 양분이 소모되므로 낮의 온도보다 5~6℃ 낮게 유지하는 것이 적절한 것으로 볼 때(강병희 등, 2003), 본 연구 대상지 온도는 식물생육에 적절한 것으로 판단되었다.

4) 습도

그림 6은 그린하우스의 월별 평균습도를 측정한 것이다. 측정된 습도의 범위는 25.2~46.4%로 연간평균 38.1%였으며, 이 중 겨울철 1월부터 3월까지 습도가 25.2~29.3%로 가장 건조한 상태였다. 관엽식물의 경우 60~70%의 습도가 바람직하나 일반적으로 40~45% 수준이 적절한 것으로 볼 때(강병희 등, 2003), 대상지의 경우 겨울철 건조기를 제외하고는 대부분 40% 이상의 습도를 나타내고 있어 실내식물 생육현황 관리에 있어

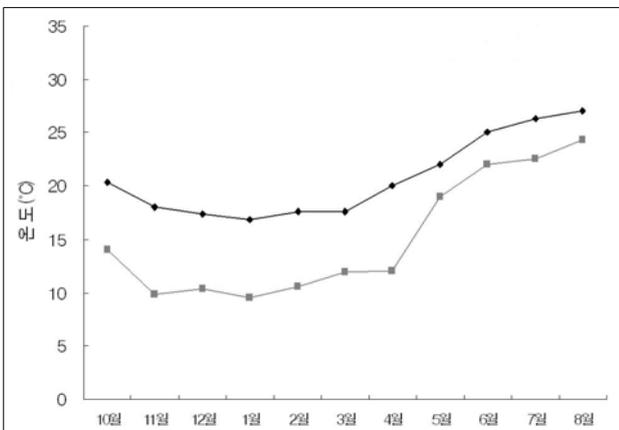


그림 5. 그린하우스 월별 최고·최저온도
 범례: —●— 최고온도(℃), - -■- - 최저온도(℃)

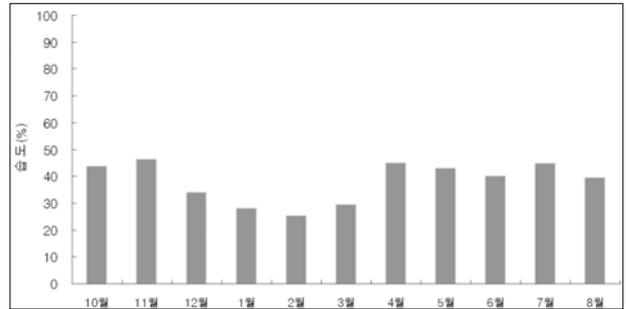


그림 6. 그린하우스 월별 평균 습도

습도로 인한 생육지장은 발생하지 않은 것으로 판단되었다.

5) 수목생육현황

교보빌딩 그린하우스 식재지는 492m² 면적으로 남측 식재지, 중앙 식재지, 북측 식재지로 구분되어 있다. 식재지 형태는 높이 40~80cm의 플랜트박스(plant box)로 조성되었다. 표 3은 그린하우스에 생육하고 있는 수목의 규격과 수량을 조사한 것으로 총 27종 234주가 생육하고 있었다. 식재수종으로 우리나라 남부지역 난대림 수종을 기준으로 상록교목 수종인 동백나무, 아왜나무, 후피향나무, 녹나무, 감탕나무, 가시나무 등이 식재되었고, 상록관목으로 돈나무, 후피향나무, 식나무, 남천, 호랑가시나무 등이 식재되어 있었다. 대나무 50주를 제외하고는 동백나무가 27주로 가장 많았고, 아왜나무 24주, 돈나무 23주가 주요 수종이었다.

중앙 식재지는 아왜나무가 주 수종으로 조도가 낮은 부분에 식재되어 있었으며, 애기동백, 동백나무 등이 교목으로 식재되었고, 관목으로는 돈나무, 후피향나무, 식나무가 식재되어 있었다. 채광이 양호한 남측 식재지는 조성초기인 1980년에 식재된 동백나무, 감탕나무, 붓순나무, 태산목 등이 식재되어 있으며, 수목하자가 거의 발생하지 않은 지역이다. 북측지역 식재지중 창가와 접한 일부 수목식재지의 채광은 양호하나, 대부분이 창가와 떨어진 건물 내부에 위치하여 조도가 낮은 상태로 유지되고 있으며, 주요 수종으로 먼나무, 동백나무, 대나무, 후피향나무, 돈나무, 감탕나무가 있었다. 매년 생육이 불량한 수목은 신규 수종으로 교체되고 있으며, 조도가 낮은 채광불량 지역 수목은 단기간인 경우 6개월 내, 장기간인 경우 1년 단위로 수목이 교체되고 있었다.

2. 조도현황

A-1(음지)구역은 그린하우스 중앙 식재지로서 외벽창문과 거리가 15m 떨어져 있고 수직 시설물인 에스컬레이터에 의해 외부 채광조건이 불량한 지역이었다. A-2(양지)구역은 A-1구역과 접하는 지역으로 외벽 창문 측에 위치하여 채광이 양호하

표 3. 그린하우스 구역별 수목 규격 및 주수

수종	수목 규격 ^a	수량 (주)	A-1 (음지)	A-2 (양지)	B-1 (음지)	B-2 (양지)	C-1 (음지)	C-2 (양지)
감탕나무(<i>Ilex integra</i>)	H3.5×R10	5	-	-	-	2	3	-
가시나무(<i>Quercus myrsinaefolia</i>)	H3.5×R10	1	-	-	-	-	-	1
귤나무(<i>Citrus unshiu</i>)	H1.0×W0.6	3	-	1	-	1	-	1
금목서(<i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>aurantiacus</i>)	H1.7×W0.8	3	-	-	-	3	-	-
녹나무(<i>Cinnamomum camphora</i>)	H3.5×R10	2	-	-	-	-	1	1
병솔나무(<i>Callistemon lanceolatus</i>)	H2.0×R12	1	-	1	-	-	-	-
동백나무(<i>Camellia japonica</i>)	H3.5×R10~20	27	3	6	1	5	12	-
에기동백(<i>C. sasanqua</i>)	H1.7×W1.5	9	-	-	1	3	5	-
후박나무(<i>Machilus thunbergii</i>)	H3.0×R10	3	-	-	-	3	-	-
아왜나무(<i>Viburnum awabuki</i>)	H3.5×W2.0	24	14	-	4	2	2	2
월계수(<i>Laurus nobilis</i>)	H2.5×W1.5	3	-	-	-	1	-	2
나현송(<i>Podocarpus macrophyllus</i> var. <i>maki</i>)	H2.0×W1.5	1	-	-	-	1	-	-
태산목(<i>Magnolia grandiflora</i>)	H4.5×W3.0	3	-	-	-	1	-	2
후피향나무(<i>Ternstroemia japonica</i>)	H3.5×W2.0	8	1	-	-	2	3	2
	H1.5×W1.5	4	-	1	-	2	-	1
다정큼나무(<i>Raphiolepis umbellata</i>)	H1.0×W2.0	1	1	-	-	-	-	-
먼나무(<i>Ilex rotunda</i>)	H3.0×R15	3	-	-	-	1	2	-
대나무(<i>Phyllostachys</i> spp.)	H10.0× R5.0	50	-	-	-	30	-	20
오죽(<i>P. nigra</i>)	H1.5×R2.0	6	-	-	-	6	-	-
이대(<i>Pseudosasa japonica</i>)	H2.0×W1.5	5	-	-	-	-	-	5
붓솔나무(<i>Illicium religiosum</i>)	H3.0×W1.5	6	1	-	-	4	-	1
남천(<i>Nandina domestica</i>)	H1.5×W1.5	8	-	2	3	2	-	1
금사철(<i>Euonymus japonica</i> for. <i>aureo-variegata</i>)	H0.8×W0.8	1	-	-	-	-	-	1
식나무(<i>Aucuba japonica</i>)	H1.2×W0.8	22	3	-	2	3	13	1
까마귀쪽나무(<i>Litsea japonica</i>)	H0.8×W0.5	2	-	-	-	-	-	2
호랑가시나무(<i>Ilex cornuta</i>)	H3.0×W1.5	9	-	-	3	3	3	-
돈나무(<i>Pittosporum tobira</i>)	H1.5×W1.2	23	-	-	-	7	9	7
은목서(<i>O. asiaticus</i>)	H2.0×W2.0	1	-	-	1	-	-	-
소계		234	23	11	15	82	53	50

^a: H(m), R(cm), W(m)

였다. B-1(음지)구역은 그린하우스 목재계단 주변 시설물에 의한 차폐로 채광이 다소 불량한 지역이었고, B-2(양지)구역은 남측 외벽창문과 근접하여 대상지내에서 외부광의 영향을 가장 많이 받는 지역으로 수목생장이 가장 양호한 지점이었다. C-1(음지)구역은 북측 식재지 북측 내부에 위치하여 채광이 불량한 지역이었고, C-2(양지)구역은 북측 채광창에 인접하여 다소 채광이 양호한 지역이었다.

표 4는 그린하우스의 구역별, 월별 평균조도를 나타낸 것이다. 조도가 가장 양호한 지역은 A-2(양지)구역으로 월평균 조도 값이 782lux이었고, C-2(양지)구역은 778lux이었다. 남측에 위치하여 채광이 양호한 구역인 B-1(음지), B-2(양지)구역은 평균 531~602lux로서 비교적 고른 분포를 보였다. 11~3월 동계기간 동안 A-2(양지)구역은 천정이나 측면 유리벽에서 유입

되는 직사광선을 받을 수 있어 채광이 유리하며 그린하우스 배치 상 동측을 향하고 있어 채광상태가 다소 양호하였다. 그러나 부분적으로 주변 빌딩의 신축 등으로 인해 채광에 지장을 주고 있었다. A-1(음지)구역의 평균조도는 210lux로 가장 낮았다. 실내수목인 녹나무, 가시나무가 생존할 수 있는 조도인 1,200lux 기준으로 보면(강병희 등, 2003) 본 연구 대상지의 조도 개선이 전면적으로 요구되었다.

3. 수목피해현황

1) 고사목 교체현황

표 5는 1990년부터 2004년까지 15년간 식재된 각 수목의 구역별 고사목 교체수량을 파악한 것이다. 15년간 총 566주의 수

표 4. 그린하우스 구역 월별 평균 조도 값(단위: lux)

구분	A-1(음지)	A-2(양지)	B-1(음지)	B-2(양지)	C-1(음지)	C-2(양지)
11월	173	233	113	-	177	573
12월	135	743	421	398	158	553
1월	165	730	405	468	179	678
2월	208	958	571	573	339	770
3월	236	993	616	693	348	905
4월	285	963	649	775	318	960
5월	224	933	638	786	203	991
6월	214	947	673	810	211	1,000
7월	197	341	388	515	304	353
8월	266	980	834	1,000	413	1,000
평균	210	782	531	602	265	778

목이 교체되었으며, 연평균 38주의 수목이 생육불량으로 반출되고 신규로 식재되었다. 수종별로 살펴보면 아왜나무가 전체

161주로 가장 많은 주수가 교체되었으며, 대나무가 69주, 동백나무가 42주, 후피향나무가 40주가 교체되었다. 아왜나무의 경우, 2004년 기준으로 23주가 식재되어 있으며, 매년 같은 지역에서 일정수량 이상의 수목이 생육불량으로 인해 가장 많은 교체가 이루어지고 있었다. 동백나무의 경우, 매년 불량수목이 발생하였으나 식재수목이 많은 경우로 아왜나무와 비교할 때 교체수량 비율이 높지 않았다.

구역별 교체현황은 A-1(음지)구역 262주, C-1(음지)구역 177주, B-2(양지)구역 48주, A-2(양지)구역 49주, B-1(음지)구역 27주, C-2(양지)구역 3주이었다. B구역에서는 조도조건과 상관없이 수종에 따라 수목교체가 이루어졌으나 A구역과 C구역에서는 음지에서의 고사량이 같은 지역 양지보다 약 5~59배 차이가 있음을 알 수 있었는데 이것은 조도의 차이에 의한 영향으로 판단할 수 있었다. 실내 식재수목의 종별 수목교체현황 비교는 생육조건이 동일하지 않아 직접적인 비교가 어렵지만 양지와 음지의 광조건에 따라 수목 교체량의 월등한 차이가 발생하는 것으로 볼 때 실내 광조건이 식물생육에 영향을 끼치고 있는 것으로 사료되었다.

표 5. 그린하우스 구역별 1990~2004년간 식물 고사주수

수종	A-1(음지)	A-2(양지)	B-1(음지)	B-2(양지)	C-1(음지)	C-2(양지)	합계
가시남천(<i>Nandina</i> spp.)	1	-	1	-	14	-	16
나한송(<i>Podocarpus macrophyllus</i> var. <i>maki</i>)	7	-	3	8	-	-	18
가시나무(<i>Quercus myrsinaefolia</i>)	1	-	-	3	4	1	9
남천(<i>Nandina domestica</i>)	10	3	-	-	-	-	13
태산목(<i>Magnolia grandiflora</i>)	-	2	-	5	5	-	12
녹나무(<i>Cinnamomum camphora</i>)	-	-	-	-	1	1	2
후박나무(<i>Machilus thunbergii</i>)	-	1	-	2	20	-	23
돈나무(<i>Pittosporum tobira</i>)	4	-	2	-	23	-	29
다정큼나무(<i>Raphiolepis umbellata</i>)	-	-	-	-	2	-	2
피라칸다(<i>Pyracantha angustifolia</i>)	-	12	-	-	-	-	12
굴거리(<i>Daphniphyllum macropodum</i>)	3	-	-	-	3	1	7
호랑가시나무(<i>Ilex cornuta</i>)	10	7	-	5	8	-	30
감탕나무(<i>Ilex integra</i>)	8	2	-	-	3	-	13
먼나무(<i>Ilex rotunda</i>)	-	-	-	-	4	-	4
답팔수(<i>Elaeocarpus sylvestris</i> var. <i>ellipticus</i>)	-	-	-	4	1	-	5
후피향나무(<i>Ternstroemia japonica</i>)	13	-	2	10	15	-	40
동백나무(<i>Camellia japonica</i>)	17	2	-	-	23	-	42
에기동백(<i>Camellia sasanqua</i>)	1	-	-	-	16	-	17
황칠나무(<i>Dendropanax morbifera</i>)	-	-	-	3	3	-	6
식나무(<i>Aucuba japonica</i>)	9	-	1	7	2	-	19
금목서(<i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>aumtiacus</i>)	5	-	4	1	-	-	10
은목서(<i>Osmanthus asiaticus</i>)	2	-	5	-	-	-	7
아왜나무(<i>Viburnum awabuki</i>)	161	-	-	-	-	-	161
대나무(<i>Phyllostachys</i> spp.)	10	20	9	-	30	-	69
합계	262	49	27	48	177	3	566

2) 수목피해율

실내조경 공간의 부적합한 생육환경에 따른 수목피해현황을 파악하기 위해 수목피해율을 조사하였다. 연구 대상지 구역별 양지와 음지에 식재된 동백나무 8주, 먼나무 2주, 돈나무 8주, 아왜나무 8주, 식나무 8주, 후피향나무 8주 등 42주를 조사하였다. 표 6은 수종별로 조사구역 내 측정된 수목피해율을 측정항목에 따라 평균값을 제시한 것이다.

동백나무는 난대성기후대 수목으로 환경에 대한 내성이 크고, 내음성도 강한 수종으로 알려져 있으나, 연구 대상지내 A-1(음지)구역, C-1(음지)구역에서 위축정도, 신초생장, 소지상태가 불량하여 수목피해율이 각각 36.4%, 51.5%로 높았다. 먼나무는 난대성 기후대 수목으로 우리나라 제주도에 자생하는 수목이며 내한성이 약하나 증용수로서 양지와 음지에 모두 잘 자라며 도심지 식재지 대기오염에도 강한 정원수 수종이다

(조무연, 1990). 연구대상지 조사결과, 양지에는 생육이 양호하나 C-1(음지)구역에서는 수목피해율이 30.3%로 불량하였다. 돈나무는 생육특성상 양수로서 실내조경 공간에 적응성이 낮아 C-1(음지)구역에서는 전년 잎 변색도, 작년 잎 변색도, 위축정도, 신초생장 항목에서 불량하여 피해율이 66.7%로 극심한 피해를 입고 있었다.

아왜나무는 생육특성상 음수에 속하나 조도가 낮은 A-1(음지)구역에서 위축정도, 소지상태 항목이 불량하여 수목피해율은 50.0%이었다. 식나무는 남부 남해안에서 자생하는 수목으로 생육특성상 음수 및 극음수로 빛이 적은 지역에서도 잎이 치밀하게 잘 자라는 수종으로 A-2(양지), B-2(양지)구역에는 수목피해율이 3.0~4.5%로 낮았으나, C-1(음지)구역은 수목피해율이 54.3%로 극심한 피해를 보이고 있었다. 후피향나무는 생육특성상 우리나라 남해안, 제주도에 자생하는 양수로 이식

표 6. 그린하우스 주요 수종별 수목피해율(단위: %)

수종명	당년잎 변색도 (X1)	작년잎 변색도 (X2)	위축 정도 (X3)	당년잎 낙엽률 (X4)	작년잎 낙엽률 (X5)	지수 상태 (X6)	신초 생장 (X5)	소지 상태 (X8)	정아 유무 (X9)	수관 감소 (X10)	수세 (X11)	수목 피해율 (Y)	조사 구역
동백나무 (<i>Camellia japonica</i>)	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	0.0	2.0	36.4	A-1(음지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	6.9	A-2(양지)
	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0	0.0	1.0	1.0	33.3	B-1(음지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	12.1	B-2(양지)
	0.0	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.5	3.0	1.0	0.5	2.0	51.5	C-1(음지)
먼나무 (<i>Ilex rotunda</i>)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	6.9	B-2(양지)
	0.0	0.0	2.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	0.0	1.0	1.0	30.3	C-1(음지)
돈나무 (<i>Pittosporum tobira</i>)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	A-2(양지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	B-2(양지)
	2.8	2.8	3.5	1.5	1.8	1.0	3.0	2.5	1.0	0.3	2.0	66.7	C-1(음지)
	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	C-2(양지)
아왜나무 (<i>Viburnum awabuki</i>)	0.8	2.0	2.8	0.5	1.3	1.0	2.3	3.3	0.8	0.8	1.3	50.0	A-1(음지)
	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0	0.3	8.1	B-1(음지)
	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	B-2(양지)
식나무 (<i>Aucuba japonica</i>)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	4.5	A-2(양지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	B-2(양지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	C-2(양지)
	1.0	2.0	2.8	1.0	1.5	1.0	2.5	2.5	0.0	1.0	2.0	54.3	C-1(음지)
후피향나무 (<i>Ternstroemia japonica</i>)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	A-2(양지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.7	5.6	B-2(양지)
	2.0	2.0	2.5	1.0	1.5	1.0	2.0	2.0	1.0	0.0	1.0	48.5	C-1(음지)
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	9.1	C-2(양지)

표 7. 그린하우스 구역별 수목피해율 종합(단위: %)

수종	A-1(음지)	A-2(양지)	B-1(음지)	B-2(양지)	C-1(음지)	C-2(양지)
<i>Camellia japonica</i> (동백나무)	36.4	6.9	33.3	12.1	44.4	-
<i>Ilex rotunda</i> (만나무)	-	-	-	6.9	30.3	-
<i>Pittosporum tobira</i> (돈나무)	-	3.0	-	3.0	66.7	3.5
<i>Viburnum awabuki</i> (아왜나무)	50.0	-	8.4	3.0	-	-
<i>Aucuba japonica</i> (식나무)	-	4.5	-	3.0	54.3	3.0
<i>Temstroemia japonica</i> (후피향나무)	-	3.0	-	5.6	48.5	9.1
평균	47.2	4.4	21.9	6.4	48.8	6.3

이 다소 곤란하며 점토질의 토층이 깊은 곳에 잘 자라는 수목이다. 양지구역에 식재된 후피향나무는 전반적으로 양호하였으나, C-1(음지)구역에 식재된 후피향나무는 수목피해율이 48.5%로, 높아 조도환경의 개선이 요구되었다.

연구 대상지 주요 수목의 수목피해율을 평균조도 210~531 lux인 음지와 602~782lux인 양지로 구분하여 살펴보았다(표 7 참조). 수종에 관계없이 채광이 양호한 양지구역에서는 평균 수목피해율이 4.4~6.4%로 경미하였으며, 음지구역에서는 수목피해율이 21.9~48.8%로 심각한 피해현상이 나타났다. 즉 연구 대상지내 수목피해율은 수종의 생리·생태적 특성에 의한 영향보다는 식재지 환경조건 측면의 광조건인 조도의 차이에 따른 영향을 받는 것으로 판단되었다.

IV. 결과 고찰

조도에 따른 수목피해영향의 상관성을 통계적으로 규명하기 위해 수목피해율의 세부 측정항목과 조도 간 상관분석 및 회귀 분석을 실시하였다(표 8 참조). 분석결과 정아 유무(X9), 수관 감소(X10) 항목을 제외한 모든 수목피해율 측정항목과 조도 간에 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었으며 강한 음의 상관성을 나타내었다. 또한 수목피해율(Y)과 조도의 관계도 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었으며 강한

음의 상관성을 나타내었다. 고도의 유의성이 인정된 수목피해율 측정항목을 대상으로 조도와 회귀분석을 실시하여 설명력을 비교하였다. 설명력은 1차보다 2차 회귀식 설명력이 높았으며, 특히 위축정도(X3), 작년 잎 낙엽률(X5), 지수상태(X6), 신초생장(X5), 소지상태(X8) 항목의 설명력이 72.1~83.5%로 상대적으로 높았다. 즉, 그린하우스 내 조도환경에 따른 변화는 실내식물의 생육에 있어 위축 정도, 작년 잎 낙엽률, 지수상태, 신초생장, 소지상태 측면에 영향을 크게 미치는 것으로 판단되었다.

그린하우스 내 실내식물의 적절한 생육환경을 유지할 수 있는 적정 조도기준을 도출하기 위해 수목피해율을 종속변수로, 조도를 독립변수로 한 회귀분석을 실시하였다. 산점도의 분포가 음의 방향으로 분포하고 있었으나 뚜렷한 선형의 분포를 보이고 있지 않아 곡선추정 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석 결과, 1차 회귀식의 설명력이 75.8%, 2차 회귀식의 설명력이 79.7%로 분석되어 설명력이 높은 2차 회귀식을 조도에 따른 수목피해율 회귀식으로 선정하였다. 모형의 F검정결과, 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었다. 조도에 따른 수목피해율 회귀식은 수목피해율(%) = 105.763395 - 0.256463 × 조도 + 0.000161 × 조도²이며, 회귀계수는 모두 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었다. 본 회귀식에 의하면 조도가 낮아질수록 수목피해율은 증가하며 조도가 500~600lux 사이에서

표 8. 그린하우스 수목피해율 측정항목과 조도간의 상관분석 및 회귀분석

구분		당년잎 변색도 (X1)	작년잎 변색도 (X2)	위축 정도 (X3)	당년잎 낙엽률 (X4)	작년잎 낙엽률 (X5)	지수 상태 (X6)	신초 생장 (X5)	소지 상태 (X8)	정아 유무 (X9)	수관 감소 (X10)	수세 (X11)	수목 피해율 (Y)	
조도	상관 분석	Pearson 상관계수	-0.531*	-0.746*	-0.855*	-0.665*	-0.841*	-0.789*	-0.844*	-0.886*	-0.242	-0.127	-0.729*	-0.871*
		유의확률 (양측검정)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.424	0.000	0.000	
	회귀 분석	1차 R ²	0.282	0.557	0.732	0.442	0.706	0.623	0.713	0.785	-	-	0.532	0.758
		2차 R ²	0.296	0.583	0.782	0.459	0.773	0.740	0.721	0.835	-	-	0.548	0.797

*: 0.01 수준에서 유의함

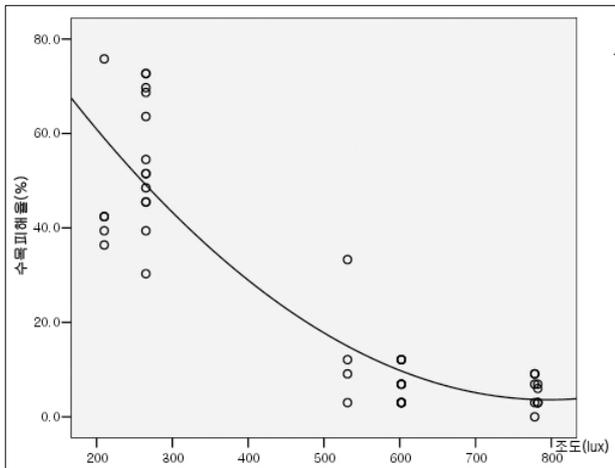


그림 7. 그린하우스 수목피해율과 조도간의 산점도 및 회귀곡선

피해율이 급격히 감소하는 것을 볼 수 있으며, 800 lux에 가까워질수록 피해율은 최소화되는 것으로 파악되었다(그림 7 참조). 따라서 그린하우스 내 실내식물의 광조건에 의한 피해율을 줄이기 위해서는 최소 700lux 이상의 조도가 필요한 것으로 판단되었다.

V. 결론

본 연구는 교보생명빌딩 그린하우스를 대상으로 광조건에 따른 수목피해 및 생육상태 영향을 조사·분석하여 실내식물의 적절한 생육환경을 유지할 수 있는 적정 조도기준 도출을 목적으로 하였다.

그린하우스의 연중 최고온도는 27℃, 최저온도는 9.5℃이었고, 평균온도차는 5.6℃로 실내식물 생육에 적절하였다. 대상지의 월별 평균습도는 25.2~46.4%로 겨울철 건조기를 제외하고는 실내식물 생육환경에 적합한 것으로 판단되었다. 그린하우스에는 총 27종 234주가 생육하고 있었는데, 상록교목 수종인 동백나무, 아왜나무, 후피향나무, 녹나무, 감탕나무, 가시나무 등, 상록관목으로 돈나무, 식나무, 남천, 호랑가시나무 등이 식재되어 있었다. 대나무, 동백나무, 아왜나무, 돈나무가 주요 수종이었다.

대상지 내 조도현황으로 조도가 가장 양호한 지역은 A-2(양지)구역으로 월평균 조도 값이 782lux이었고, C-2(양지)구역은 778lux이었다. A-1(음지)구역은 그린하우스 중앙 식재지로서 외벽창문과 거리가 15m 떨어져 있고 수직 시설물인 에스컬레이터에 의해 평균조도가 210lux로 외부 채광조건이 불량한 지역이었다. C-1(음지)구역은 북측 내부에 위치하고 건물 기둥에 의해 차폐되어 평균조도가 265lux로 낮았으며, 대상지 전반적인 광조건의 개선이 요구되었다. 실내조경에서 원활한 수목생육환경을 조성하기 위해서는 기본적인 온도, 습도 유지와 더불어

어 조도가 충분히 유지되도록 시설환경을 조성해 주는 것이 필요하였다.

1990년부터 2004년까지 15년간 총 566주의 수목이 교체되었으며, 연평균 38주의 수목이 생육불량으로 반출되고 신규로 식재되었다. 아왜나무가 전체 161주로 가장 많은 주수가 교체되었으며, 대나무가 69주, 동백나무가 42주, 후피향나무가 40주 교체되었다. 양지와 음지의 광조건에 따라 수목 교체량이 약 5~59배 차이가 발생하는 것으로 볼 때 광조건이 식물생육에 영향을 끼치고 있는 것으로 판단되었다. 수목피해율은 수종에 관계없이 채광이 양호한 양지구역에서는 평균 수목피해율이 4.4~6.4%로 경미하였고, 음지구역에서는 수목피해율이 21.9~48.8%로 심각한 피해현상이 나타났다. 즉, 연구 대상지 내 수목피해율은 수종의 생리·생태적 특성에 의한 영향보다는 식재 환경조건 측면의 광조건인 조도의 차이에 따른 영향을 받는 것으로 판단되었다.

조도에 따른 수목피해영향의 상관관계는 정아 유무(X9), 수관 감소(X10) 항목을 제외한 모든 수목피해율 측정항목과 조도 간에 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었으며 강한 음의 상관성을 나타내었다. 특히 위축정도(X3), 작년 잎 낙엽률(X5), 지수상태(X6), 신초생장(X5), 소지상태(X8) 항목과 조도간의 회귀모형 설명력이 72.1~83.5%로 높아 다른 항목보다 조도 변화에 따른 상관성이 높은 것으로 파악되었다. 조도에 따른 수목피해율 회귀식은 수목피해율(%) = 105.763395 - 0.256463 × 조도 + 0.000161 × 조도²이며, 회귀계수는 모두 유의수준 0.01에서 고도의 유의성이 인정되었다. 그린하우스 내 실내식물의 광조건에 의한 피해율을 줄이기 위해서는 최소 700lux 이상의 조도가 필요한 것으로 판단되었다.

도시 내 실내 식재공간의 식물 생육환경 조성 및 수목 생육상태 관리는 지속적인 관리 점검을 통하여 환경조건을 기록하고 수목 생육상태를 모니터링하여 최적의 환경조건을 마련하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 그린하우스의 식재환경에 대한 관리기록들이 체계적으로 구축되지 않아 자료수집의 시기와 분석내용에 한계가 있었고, 현재 시점에서의 환경변화에 따른 수목 생육환경에 대한 후속연구가 필요하다고 본다. 또한 향후 모범적으로 관리하고 있는 다양한 그린하우스 대상지와 비교연구를 통해 실내 환경 조건에 따른 수목 생육상태를 파악하여 실내식물의 적절한 생육을 위한 환경관리 기준을 마련해 나가야 할 것이다.

인용문헌

1. 강병희, 김승환, 윤평섭, 한규희 역(2003) 신·녹지공간디자인. 서울: 기문당.
2. 강현경, 이수동, 한봉호(2006) 당진화력발전소 녹지공간의 식재현황 및 생태적 특성 분석. 한국조경학회지 33(6): 78-89.

3. 광혜란(1993) 반입 관상식물의 반입정도에 미치는 광조건과 uniconazole 및 gibberellin 처리의 효과. 서울여자대학교 박사학위논문.
4. 광혜란(1999) 실내조경의 일반적 제 기능에 관한 연구. 한국실내조경협회지 1(1): 87-95.
5. 국립환경연구원(1988) 환경오염생물지표법의 개발연구(Ⅱ). 과학기술처, pp. 115-117.
6. 박상현, 심경구(1989) 우리나라 실내조경의 활용상태에 관한 연구 : 서울지역 대형건물의 Lobby를 중심으로. 한국조경학회지 17(1): 43-54.
7. 이경재, 오충현, 류창희, 오구균(1990) 개포 시민의 숲의 배식에 관한 연구. 한국조경학회지 18(3): 71-84.
8. 이경재, 김갑태, 이용범(1993) 산성우 및 대기오염물질이 삼림에 미치는 피해의 조기판단에 관한 연구. 한국과학재단.
9. 이월희(1995) 대형건물 실내조경 식물의 하자 원인에 관한 연구. 고려대학교 자연자원대학원 석사학위논문.
10. 이영무(1995) 실내조경. 서울: 기문당.
11. 이진희, 이강윤, 최경욱(2001) 실내조경식물의 규격화에 관한 연구. 한국실내조경협회지 3(2): 63-67.
12. 정은형(1997) 생태주의적 접근에 의한 실내환경디자인에 관한 연구. 이화여자대학교 디자인대학원 석사학위논문.
13. 조재우(1985) 가로에서 지각되는 시각적 복잡성의 선호에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
14. 조무연(1990) 원색한국수목도감. 서울: 아카데미서적.
15. 최경욱, 방광자(2001) 광섬유 조명체제가 실내조경식물의 생육에 미치는 효과. 한국조경학회지 29(6): 92-100.
16. 최용순, 심경구(1995) 주택단지조성시 배수불량으로 인한 수목피해에 관한 연구 : 평택 아파트단지를 중심으로. 한국조경학회지 23(2): 195-204.
17. 한승원(2001) 동양란류에 의한 실내오염가스 제거효과. 서울여자대학교 박사학위논문.
18. Briggs, G. B. and C. L. Calvin(1987) Indoor Plants, New York: John Wiley & Sons, pp. 173-179.
19. Ulrich, R. S. and R. Parsons(1992) Influences of Passive Experiences with Plans on Individual Well-being and Health. Portland, Oregon: Timber press.

원 고 접 수 일: 2009년 3월 4일
 심 사 일: 2009년 4월 13일(1차)
 2009년 7월 5일(2차)
 계 재 확 정 일: 2009년 7월 8일
 3 인 의 명 심 사 필