

수원시 덕영대로의 가로수 건강성 평가 및 주요 영향요인 분석*

김은영 · 정경민

수원시정연구원

Analysis of Health Status of Street Trees and Major Affecting Factors on Deogyong-daero in Suwon*

Kim, Eun-Young and Jung, Kyung-Min

Suwon Research Institute.

ABSTRACT

The street trees increase the liveability of cities by reducing stormwater runoff, improving air quality, storing carbon, providing shade, and ameliorating the urban heat-island effect. In this study, the health status of street trees in Suwon was evaluated, and the factors affecting the growth of the trees were also derived. In order to evaluate the growth and health of street trees, field survey was carried out on a total of 125 trees in 25 sections of the *Deogyong-daero* where is through the city. During the field survey, the following items were examined: Street trees health status (i.e. species, height, DBH (diameter at breast height), planting types, vigor, etc.), soil factors (i.e. soil temperature, humidity, pH, hardness, etc.), and environmental factors (i.e. landuse, road width, etc.). As the results of field survey, the main species of the street trees was *Zelkova serrata*, which was healthy in most of the sections. The factors such as planting types, soil temperatures, tree root cover, road extension, distance from the road were derived to affect the growth and health of street trees, and the differences were significant. The results of this study were derived the following conclusions for vigorous street trees: First, it is important to install and maintain the protection facilities like tree root cover for the growth

* 본 연구는 수원시정연구원 기본연구과제(SRI-기본-2018-4)의 지원을 받아 수행된 연구임.

First author : Kim, Eun-Young, Suwon Research Institute, 126 Suin-ro, Gwonseon-gu, Suwon, Gyeonggi, 16429, Republic of Korea,
Tel : +82-31-220-8045, E-mail : eykim@suwon.re.kr

Corresponding author : Jung, Kyung-Min, Suwon Research Institute, 126 Suin-ro, Gwonseon-gu, Suwon, Gyeonggi, 16429, Republic of Korea,
Tel : +82-31-220-8046, Email : km3737@suwon.re.kr

Received : 18 February, 2019. **Revised** : 2 April, 2019. **Accepted** : 31 March, 2019.

of trees. Second, it is necessary to discuss how to plant multiple trees in narrow spaces like a street green space. Third, it is important to provide appropriate soil conditions continuously for growth of threes. Finally, it should be utilized as a mitigation measure of urban heat island effects.

Key Words : *Urban ecosystem, Green infrastructure, Urban heat island effect, Soil condition, Tree growth*

I. 서 론

최근 전세계적으로 기후변화 등 이상기후로 인해 폭염일수가 급증하고 있으며 2018년 수원시 폭염일수는 총 38일로 기상관측이 시작된 1907년 이래 111년 만에 최대의 폭염수치를 기록하였다. 열대야일수 역시 27일을 기록하여 수원의 폭염일수와 열대야일수는 타 대도시와 비교 시 상당히 높은 수준이다. 최근 도시열섬효과 저감을 위한 대안으로 가로수의 중요성이 강조되고 있다. 호주 멜버른, 퍼스 및 미국 뉴욕 등의 대도시에서는 기후변화 및 이상기후 대응을 위한 회복력 있는 도시 구현을 위해 가로수 계획을 대표적인 기후변화 적응대책으로 소개하고 있다. 특히, 호주 멜버른은 가장 효과적인 도시 열섬 완화 전략 중 하나가 캐노피 증진임을 확인하고, 도시숲 계획을 통해 캐노피 커버율 증가 방안을 마련하였다(Kim, 2017).

이와 같이 가로수는 도시열섬효과 저감 등 기후변화 대응에 중요한 매개체로 대두되고 있다. 가로수는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 의거 도로와 보행자전용도로 및 자전거도로 등 도로구역 안 또는 그 주변에 심는 수목을 말한다. 가로수 조성의 경우 지방자치단체장 등의 의해 가로수 조성, 이식, 제거, 가지치기 등을 조례로 정하도록 하고 있으며, 수원시 역시 「수원시 가로수 조성 및 관리 조례」와 시행규칙을 제정하여 운영 중에 있다. 수원시의 경우 가로수뿐만 아니라 띠녹지 조성사업을 지속적으로 추진하고 있으나 수원시 내 가로수 생육상태가 불량한 지역이 다수 발생하고 있어 근본적인

원인 파악이 필요한 실정이다.

가로수가 갖는 기능과 중요성에 대한 연구는 다수 진행되었다. 가로수는 미기후 조절 및 CO₂ 저장 등의 환경공학적 기능과 도시공간을 기능적으로 구획하는 건축적 기능, 야생동물의 이동통로 및 도시녹지의 연결 축으로서의 도시생태네트워크 기능, 생물자원 보전기능, 심리적 안정감 및 쾌적성 효과 등의 치유기능을 가진다(Korea Forest Service, 2014).

미국 뉴욕시는 가로수 초기 고사율을 낮추기 위해 가로수의 생물학적, 물리적, 사회적 요인을 분석하였다(Lu et al., 2010). Scharenbroch et al.(2017)은 부지특성에 부합되는 수종선정과 토양 관리 효율성 증진을 돕기 위해 도시 나무의 건강과 성장 측정치를 예측하는 RUSI 모델을 구축하였다. RUSI 모델은 기후, 도시, 토양물리적, 토양화학적, 토양생물학적 특성을 토대로 한 평가도구이다.

독일 베를린시는 항공사진을 기반으로 5년마다 수목조사를 실시하여 가로수 연령별로 그룹으로 분류하고 이를 토대로 식재 및 녹지조성계획에 반영하도록 하여 가로수 전체적인 건강성 평가를 실시하였다(Michael et al., 2016). 그밖에 그리스 테살로니키시는 도시환경 생존에 적합한 수종 선정을 위한 수목 건강성 평가를 실시하였으며 진단 카달로그를 통해 수목 피해원인을 제시하였다(Batala et al., 2009).

국내에서는 가로수의 경제적 가치를 추정하는 연구(Lee, 2014; Kim and Lee, 2014)와 온도저감 효과에 대한 연구(Kim et al., 2017; Park et al., 2018)가 수행된 바 있다. 최근 제설제 피해

에 대한 가로변 가로수 엽손상도에 대한 연구 (Kim et al., 2018)가 진행되고 있으나 전반적인 생육상태에 영향을 미치는 요인 및 건강성 평가와 관련된 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가로수의 건강성을 가로수의 다양한 기능을 유지할 수 있는 생육 및 활력상태로 정의하고 수원시 덕영대로를 대상으로 가로수 건강성 평가 및 건강성에 미치는 영향요인을 도출하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

대상지는 수원시 덕영대로 내 상·하행 가로수 식재 구간으로 지정하였다(Figure 1). 덕영대로는 총 연장길이 총 약 20km로, 이 중 약 14.2km에 해당하는 도로가 수원시 관할 대상이다. 본 도로는 수원시의 간선도로 중 장안구, 권선구, 팔달구, 영통구를 모두 관통하는 도로로 지역적 차이를 파악하는데 용이하다.

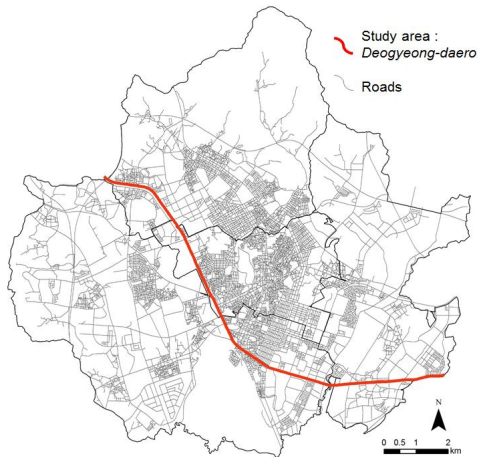


Figure 1. Study area

덕영대로의 가로수는 총 2,563주가 식재되어 있으며 느티나무(62.9%), 은행나무(10.1%), 이팝나무(7.1%), 중국단풍(6.9%), 메타세퀘이어(3.4%), 왕벚나무(3.4%), 대왕참나무(2.3%), 툄

립나무(0.8%) 등이 식재되어 있다(Figure 2).

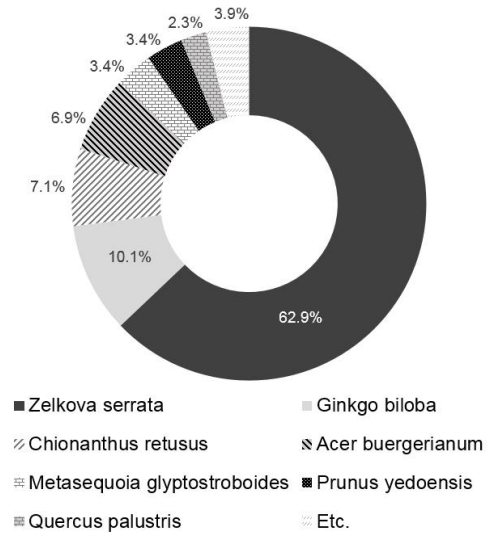


Figure 2. Street tree species in the study area

2. 연구 방법

1) 조사구간 및 수종 선정

수원시 덕영대로 가로수 건강성을 평가하기 위해 선행연구를 통해 가로수 생육에 영향을 미치는 요인으로 가로수 생육환경, 토양환경 및 물리적 환경별 평가항목을 도출하였으며 이를 토대로 조사구간을 설정하였다.

조사구간은 생육환경을 파악할 수 있는 식재 유형(1열 및 2열 이상), 가로수 띠녹지 조성 유무, 가로수 보호관 유무를 기준으로 선정하였으며 주변 환경을 파악하기 위해 주변 토지이용, 인도폭 등을 고려하였다. 또한, 향후 유지관리 등과 연계하기 위해 구별 관리구간을 고려하였다. 선정된 조사구간은 상행 13구간, 하행 12구간으로 총 25구간이다.

구간 내에서 조사 수종은 도로변에 식재된 수목으로 선정하고 띠녹지 조성 구간 내 야교목으로 식재된 수목은 제외하였다. 따라서 조사대상 수종은 덕영대로 주요 수종인 느티나무를 중심으로 은행나무, 대왕참나무, 중국단풍, 툄립나무가 포함되었다. 구간별 조사수목은 구간을 대

포함 수 있는 5그룹을 선정하여 총 125그룹을 조사하였다(Table 1).

Table 1. Street tree species of survey areas

Species	Segments	Population
<i>Zelkova serrata</i>	18	90
<i>Ginkgo biloba</i>	2	10
<i>Quercus palustris</i>	2	10
<i>Acer buergerianum</i>	2	10
<i>Liriodendron tulipifera</i>	1	5
Total	25	125

2) 조사 및 분석

가로수 건강성 평가는 자료수집, 베이스맵 작성, 현장조사, 분석 및 평가 순으로 진행되었다(Figure 3).

“수원시 가로수 연차별 실시계획(2015)” 도면을 토대로 GIS 파일을 생성한 후, 덕영대로의 가로수 식재 현황을 추출하여 베이스맵을 작성하였다.

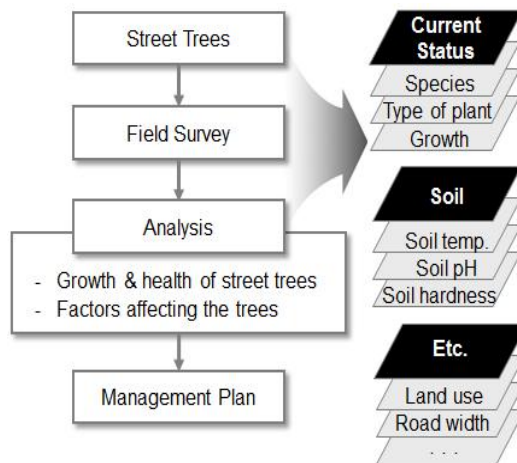


Figure 3. Research flow

현장조사항목은 선행연구를 통해 도출된 가로수 생육현황 및 생육환경, 토양환경, 물리적 환경으로 구성하였다(Batala et al., 2009; Lu et al.,

2010; Scharenbroch et al., 2017). 생육현황 조사 시 수종, 수고, 흉고직경, 식생활력도를 측정하였다. 식생활력도는 국립산림과학원(2016)에서 제시한 목측에 의한 생육상태 평가방법과 활력도 측정기(Junsmeter1)를 이용한 전기저항값을 측정 방법을 활용하였다. 활력도 측정기(Junsmeter1)는 수목의 이온의 양을 측정해 수목의 건강도를 측정하는 장비이며 흔히 형성층 전기저항계라고 불린다(Kim, 2018). 본 연구에 사용된 Junsmeter1은 ㈜푸름바이오에서 제작한 것으로 나무의 활력도가 좋을수록 측정값도 높게 나타난다. Junsmeter1은 0~100 사이의 전기저항값을 가지며 조사수목별로 총 5회에 걸쳐 측정하였다. 수간과 가지를 대상으로 뿌리분배 인접한 지점에서 1회, 수간 부분(흉고직경 위치에서 측정)에서 2회, 수간에서 분지된 가지 두 개의 구간에서 각 1회에 걸쳐 조사하였다. 다만, 지하고가 높아 분지된 가지의 측정이 불가능한 경우 제외하였다.

생육환경요인으로 식재유형, 띠녹지, 보호판 유무를 조사하였으며 토양환경요인으로 토양온습도, 토양산도(pH)를 측정하였다. 토양온습도는 Soil meter1(㈜푸름바이오)을 이용하여 측정하였으며 토양산도는 DEMETRA(E. M. System Soil Tester)를 이용하여 측정하였다. 물리적 환경요인으로는 토지이용, 도로와의 이격거리, 인도폭을 현장조사를 통해 데이터를 구축하였다.

현장조사는 2018년 6월 18일~21일(4일간) 동안 실시하였다. 동일한 토양수분 상태를 유지하기 위해 비온 후 3일 이후 조사를 시작하여 장마이전에 조사를 마무리 하였다. 조사기간 내 평균기온은 22.7°C이며, 강수기록은 없는 것으로 나타났다. 수원시의 2018년도 연평균기온은 12.7°C, 연강수량은 1,293.1이며, 2018년도 6월 평균기온은 22.6°C, 월합강수량은 107mm로 나타났다(http://data.kma.go.kr). 조사한 자료를 토대로 덕영대로 내 가로수 영향요인 분석을 위해 수목 활력도와 상관계수 분석 및 T-test, ANOVA 분석 등 통계분석(SPSS 18.0)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 가로수 생육현황 분석

연구대상지 내 가로수 수고는 6~12m로 분포되어 있었으며, 전체 수목 평균 수고는 7.4m이다. 수고는 수종별로 특성이 다르기 때문에 평균수고가 높은 수종은 툄릅나무, 느티나무, 중국단풍, 은행나무, 대왕참나무 순이었다. 전체 조사대상의 흉고직경은 9.87~55.41cm의 분포로 평균값은 25.16cm 수준이며, 가로수의 66.4%가 흉고직경이 20cm 이상으로 조사되었다.

목측에 따른 생육상태는 조사구간의 전반적인 등급의 평균값은 3.32로 약간쇠퇴~중간건강의 상태인 것으로 조사되었다. 절반 이상의 조사 구간이 중간건강~건강 등급의 활력을 보여 활력도가 양호한 것으로 평가되었다. 하지만 40% 구간의 가로수가 중간쇠퇴~약간쇠퇴 등급을 차지해 전반적인 가로수의 활력도를 높이기 위한 지속적인 관리가 필요해 보인다.

조사된 대상지 가로수의 활력도의 범위는 수간평균 값을 기준으로 70.3(생육불량)~91.4(아주건강)의 분포를 보였다. 전체 대상지의 수목 활력도는 83.9로 '건강'한 상태인 것으로 판정되었다.

느티나무의 활력도는 뿌리에서 가까운 지점에서 측정된 평균값은 85.84이며, 흉고지점에서 측정된 평균값은 84.62, 가지에서 측정된 평균값은 82.11로 조사되었다. 활력도 측정값은 뿌리지점에서 멀어질수록 전기저항값이 낮게 측정되었으며 이러한 경향은 수종에 따른 차이가 없는 것으로 조사되었다. 수종별 활력도 차이는 툄릅나무가 가장 높게 나타났으며 대왕참나무와 중국단풍은 느티나무의 경우 유사한 수치값을 보였다. 은행나무의 경우 생육상태가 불량하여 낮은 수치를 보였다(Figure 4).

활력도 등급은 평균과 표준편차를 고려하여 5개 등급으로 구분하였다(Table 2). 수목 활력도

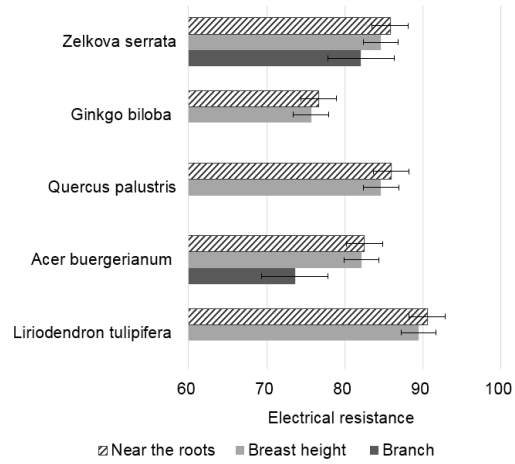


Figure 4. Electrical resistances according to species and measuring positions

측정값을 목측으로 측정된 값과 상관관계를 분석한 결과 $r=0.557(p<0.01)$ 로 분석되었다(Figure 5).

Table 2. Class according to range of tree growth

Range	Segments	Class
below 78.95	2	Class 1
78.96-82.25	4	Class 2
82.26-85.55	11	Class 3
85.56-88.85	7	Class 4
over 88.86	1	Class 5

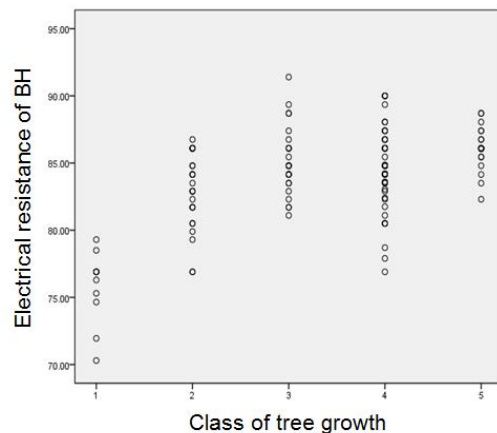


Figure 5. A plot between the class of tree growth and electrical resistance of BH by Junsmeter

수목활력도 측정값을 구간별로 살펴본 결과, 팔달구와 권선구 일부구간에서 활력도가 낮게 조사되었으며 영통구 및 수원역 인근지역은 생육상태가 좋은 것으로 조사되었다(Figure 6).

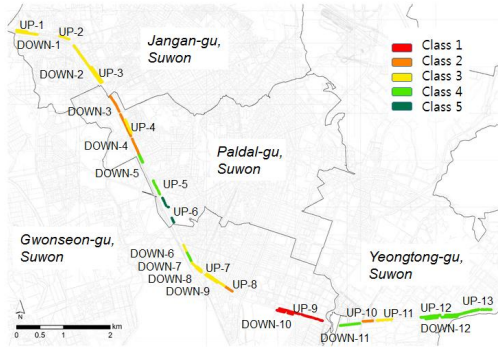


Figure 6. Street trees growth by segments

구간별 생육의 차이는 도로 확장공사 등을 통해 가로수의 이식 및 재식재가 시행된 구간인 것으로 분석되었다. 도로확장이 이루어지지 않은 기존 도로의 수간 평균 활력도는 84.94, 표준편차는 2.92로 나타났으며, 도로확장 공사를 통해 변경이 이루어진 구간의 수간 평균 활력도와 표준편차 값은 각각 82.65, 4.28로 도로변경이 이루어진 구간의 가로수 건강성이 낮은 것으로 분석되었다($p < 0.001$)(Table 3).

Table 3. Difference in growth according to road expansion

	mean	S.D.	t	p
Roads (n = 75)	84.94	2.92	4.034	.000*
Road Expansions (n = 50)	82.65	4.28		

* $p < 0.001$

2. 가로수 생육환경 분석

1) 식재유형

가로수 식재 유형은 교목을 대상으로 1열 식재와 2열 이상 식재로 분류하여 조사하였다. 식

재 유형이 가로수 활력도에 미치는 영향에 대한 상세한 분석을 위해 최근 10년간 도로 확장공사를 하지 않은 기존 도로와 확장 공사를 통해 가로수의 이식 등이 진행된 구간을 구분하여 T-test를 실시하였다. 기존 도로 구간은 $p < 0.01$, 변경된 도로 구간은 $p < 0.001$ 로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 4). 기존도로를 대상으로 분석한 결과 식재 유형은 가로수 활력도에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으며, 1열 식재보다는 2열 식재가 수목이 보다 건강하게 생육할 수 있는 환경 요인이라고 할 수 있다.

Table 4. Difference in growth according to road extension and type of plant

		mean	S.D.	t	p
Road (n=75)	single (n=50)	84.3	3.05	-2.798	.007**
	double (n=25)	86.22	2.18		
Road Expansions (n=50)	single (n=40)	83.65	3.21	5.388	.000*
	double (n=10)	77.15	4.19		

* $p < 0.001$, ** $p < 0.01$

2) 띠녹지

대상구간의 가로수 하부 띠녹지 조성 유무에 따른 수간의 평균 활력도 차이를 살펴보았다. 띠녹지가 조성된 지역의 가로수가 활력도가 높을 것이라는 예상과 달리 활력도가 유의한 수준에서 낮게 나타났다($p < 0.001$). 이는 수중에 따라 폭이 좁은 가로녹지대에서 지하부의 세근 생육상태 뿐만 아니라 지상부의 수목생육상태에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Hong et al., 2012). 우리나라 띠녹지 등 가로녹지대의 폭이 대부분 1m 내외로 토양환경이 가로수 생육에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 수준은 아닌 것으로 판단된다.

3) 보호판

보호판이 설치되어 있는 구간과 없는 구간의 수간 평균 활력도는 각각 85.22, 83.03으로 수목

보호판이 설치되어 있는 곳의 활력도가 높게 조사되었으며 그 영향의 정도가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다($p < 0.005$)(Table 5). 따라서 가로수 식재지 내 보호 시설물의 설치는 가로수의 생육환경에 긍정적인 영향을 미치며 보호판이 없는 구간의 경우 추가적인 설치가 필요한 것으로 판단된다.

Table 5. Difference in growth according to installing tree root cover

	mean	S.D.	t	p
Installation (n=50)	85.22	3.92	-3.59	.001*
No Installation (n=75)	83.03	3.03		

* $p < 0.005$

3. 가로수 토양환경 분석

1) 토양온도

조사 대상지의 토양온도 분포는 24.3~36.2°C로, 평균 29.5°C로 조사되었다. 수목의 활력도가 높을수록 토양온도가 낮은 것으로 나타났으며, 수목 활력도가 가장 높은 등급과 낮은 등급의 토양온도는 2.86°C의 차이를 보였다. 통계적 유의성을 검증하기 위해 상관분석을 실시한 결과 토양온도와 가로수의 수간활력도의 상관관계는 $r = -.285$ ($p < 0.01$)로 유의한 것으로 나타났다(Figure 7). 이를 통해 가로수 캐노피가 넓을수록 토양온도가 낮아진다고 판단할 수 있으며 도시열섬효과 완화를 위한 방안으로 가로수 캐노피 증진 및 수관밀도를 높이는 방안이 도입되어야 한다(Kim et al., 2017).

2) 토양산도

토양산도와 수간 활력도간의 상관관계는 높은 수준은 아니지만 유의한 수준으로 분석되었다($r = 0.252$, $p < 0.01$). 대부분의 등급에서 6.52~7.03으로 중급정도의 토양산도를 보였으며, 일부 구간에서 토양산도가 높게 조사되었다. 도심 내

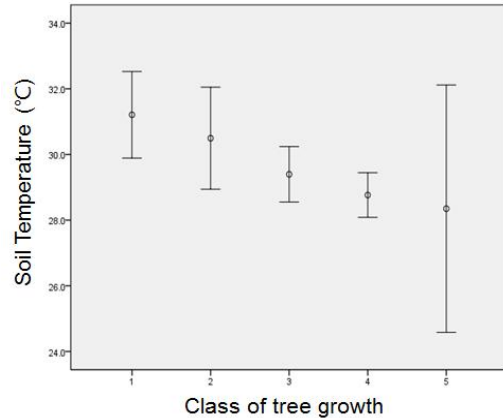


Figure 7. The relationship between soil temperature and tree growth

부의 도로 주변 토양의 pH가 도시립 토양의 pH보다 높게 나타난 것은 제설용으로 살포되고 있는 염화칼슘이나 산성우에 의해서 콘크리트로부터 용해되어 흘러나오는 알칼리성분 때문인 것으로 사료된다(Go et al., 2005). 해당 구간은 통행량이 많은 도로이며 가로수 식재 위치가 도로와 바로 인접하고 있어 제설제 등이 토양으로 흡수되어 토양이 알칼리화된 것으로 판단된다.

4. 가로수 물리환경 분석

1) 토지이용

가로수 식재 구간 주변 토지이용은 완충녹지대를 제외하고 주거, 상업, 공업, 기타(철로 등)로 나누어 조사하였다. 대상지 총 25 구간의 토지이용 현황은 주거지역 10개 구간, 상업지역 6개 구간, 공업지역 3개 구간, 기타지역 6개 구간으로 나타났다. 토지이용에 따른 가로수의 수간 평균 활력도에 영향을 통계적으로 분석하기 위해 분산분석을 실시한 결과 유의한 값을 나타내지는 않았다($p = 0.064$). 이는 대로 내 가로수가 집중관리 대상이고 주변 지역에 영향을 상대적으로 덜 받는 것으로 판단된다.

2) 도로와의 이격거리

가로수 생육 활력에 영향요인 중 물리적 요인

으로 도로로부터의 거리를 조사하였다. 도로와의 이격거리는 도로에서 유입되는 염화칼슘 및 오염물질이 투입 여부를 판단할 수 있는 항목이다. 도로와의 이격거리에 따른 수간 평균 활력도를 살펴본 결과, 일부구간에서 활력도가 낮아지는 경향을 보이긴 했으나 이격거리가 멀수록 활력도가 증가하는 것으로 분석되었다. 통계적 검증을 위해 ANOVA를 실시하였으며, 그 결과 통계적으로 유의한 값을 보였지만($p < 0.001$), 분산의 동질성은 검증되지 않았다($p = 0.053$).

3) 인도폭

조사 대상 구간의 인도폭은 2.5-10m의 범위로 조사되었다. 조사 대상구간 80%($n=20$)가 2.6-5m의 폭을 가진 보행자도로에 식재되어 있는 것으로 분석되었다. 기존 도로를 대상으로 인도폭에 따른 활력도 차이를 분석한 결과 2.5m 이하의 구간에서는 85.24, 2.6-5m 인도폭 구간에서는 84.74로 나타났으며, 5.1m 이상 구간에서는 86.75로 가장 높은 수간 활력도 값을 보였다. 일원배치 분산분석을 통한 검증에서는 통계적으로 유의한 값을 검증하지 않는 것으로 나타났다($p = 0.322$).

IV. 결 론

가로수 건강성 평가를 실시한 결과, 식재유형, 토양온도, 보호판 유무, 토양pH, 도로확장 유무 등이 가로수 식생 활력도에 영향을 미치고 그 영향의 차이가 유의미한 수준인 것으로 분석되었다.

수원시 덕영대로를 대상으로 가로수 건강성 평가를 실시한 결과, 대체로 건강성이 우수한 것으로 조사되었다. 본 연구결과를 통해 몇 가지 의미 있는 결과를 도출하였다.

첫째, 가로수 생육에 있어서 보호판이 관련성이 있는 것으로 조사되어 가로수관련 시설 유지관리의 중요성을 재확인하였다. 둘째, 가로수 활

력도가 높은 지역의 토양온도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 도시열섬효과 완화 대책으로서 가로수 조성 및 관리가 적합한 대응방안이라는 것을 뒷받침할 수 있는 근거가 되었다. 셋째, 띠녹지가 조성된 가로수의 활력도가 상대적으로 낮게 조사되었다. 이는 좁은 공간에서의 다양한 수목 식재가 문제가 될 수 있음을 재확인하였으며 이에 따른 식재방법 등이 추가적으로 논의될 필요가 있다.

현장조사 결과, 덕영대로 일부 구간에서 가로수 건강성이 낮은 것으로 조사되었다. 이는 도로확장에 따른 기존 가로수를 재이식한 경우와 수목 상부 절단 및 강전정으로 인한 생육불량으로 확인되었다. 따라서 가로수 재이식을 비롯한 수목 식재 시 생육기반 조성 및 철저한 식재 관리감독이 필요하다. 또한, 가로수 생육에 필요한 적절한 관수 및 전정 등 지속적인 유지관리가 필요하다.

본 연구에서는 토양온습도 및 토양pH 등에 대한 조사는 실시하였으나 유기물함양, 토성 등에 대한 연구가 부족하여 향후 식생기반인 토양에 대한 다각적인 접근에서의 조사 분석이 필요하다. 또한, 수종별 건강성에 미치는 영향요인이 상이할 수 있으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

Reference

- Batala, E and Tsitsoni T. 2009. Street tree health assessment system: a tool for study of urban greenery. *International Journal of Sustainable Development and Planning* 4(4): 345-356.
- Fietz M and Burger H. 2016. Strassenbaum-zustandsbericht Berliner innenstadt 2015- Ergebnisse der StraBenbaum-Zustandserhebung aus CIR-Luftbildern.
- Go S · Park G · Kang G · Bang B and Kim D.

2005. A study on chemical properties of soil in roadside trees of Daejeon city. *Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ.*, Korea 32(1) : 1-8. (in Korean with English summary)
- Hong SH · Yang SJ · Choi SH · Baek JB and Lee SD. 2012. Growing Characteristics of Shrub in the Planting Strip of Street, Busan City, Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 26(2) : 257-263. (in Korean with English summary)
- Kim EY. 2017. An Analysis of Heat Wave Vulnerability and Establishment a Strategy in Suwon. Suwon Research Institute. (in Korean with English summary)
- Kim EY. 2018. Evaluation of the Growth and Health of Street Trees in Suwon. Suwon Research Institute. (in Korean with English summary)
- Kim EB · Kim NC · Shin JH · Song WK and Kim DH. 2017. Temperature Reduction Effect According to Light Transmittance of Urban Street Trees -Focused on Seocho-gu in Seoul-. *J. Korean Env. Res. Tech.* 20 (3) : 45-54. (in Korean with English summary)
- Kim JS and Lee DK. 2014. Cost-Benefit Analysis for Planting Type of Street Trees. *J. Korean Env. Res. Tech.* 17(6) : 29-37. (in Korean with English summary)
- Kim JY · Kim WT · Yoon YH and Ju JH. 2018. Investigation on Translocation of De-icing Salts influenced by the Intensity of Foliar Damage of Roadside Trees in Chung-ju City. *J. Korean Env. Res. Tech.* 21(4) : 1-10. (in Korean with English summary)
- Korea Forest Service. 2014. Development of composition and management model of street tree by road and environment type. (in Korean)
- Lee JY. 2014. A Study on the Estimating Economic Value of Street Trees -Focusing on Nowon-gu, Seoul. Seoul National University Master Thesis. (in Korean with English summary)
- Lu JWT · Svendsen ES · Campbell LK · Greenfield J · Braden J · King K and Falxa-Raymond N. 2010. Biological, Social, and Urban Design Factors Affecting Young Street Tree Mortality in New York City. *Cities and the Environment.* 3(1) : 1-15.
- Park CY · Lee DK and Yoon JH. 2018. Estimating the urban radiation heat flux distribution and the reduction effect of building and tree shade. *J. Korean Env. Res. Tech.* 21(6) : 1-13. (in Korean with English summary)
- Scharenbroch BC · Carter D · Bialecki M · Fahey R · Scheberl L · Catania M · Roman LA · Bassuk N · Harper RW · Werner L · Siewert A · Miller S · Hutyrá L and Raciti S. 2017. A rapid urban site index for assessing the quality of street tree planting sites. *Urban Forestry & Urban Greening* 27 : 279-286.
- Stewart H · Owen S · Dononvan R · MacKenzie R · Hewitt N · Skiba U and Fowler D. 2002. Trees and Sustainable Urban Air Quality: Using Trees to Improve Air Quality in Cities. Centre of Ecology and Hydrology and Lancaster University.