

자동 계측 기법을 이용한 서울 주요 가로의 녹시율 분석

The Study on Index of Greeness in Streets of Seoul by Using Automatic Measurement Techniques.

남 창 진* 방 재 성** 장 대 희***
Nam, Chang Jin Bang, Jae Sung Jang, Dae Hee

Abstract

In this study, we measured the Index of Greeness(I.O.G) and analyzed factors that affect in downtown street of Seoul. The aim of this article is to provide an ways of improving I.O.G, with an emphasis on accuracy of measurement. We utilized the autimatic measurment techniques proposed by Tonosaki to solve the problem of accuracy in measurement.

The result is as follows : Firstly, the average I.O.G of Gwanghwamun Plaza is 15.76%, Jongno is 11.48% and Dasanro(from Yaksu station to Beotigogae station) is 6.36%. According to the comprehensive analysis in three reseach areas, it shows that I.O.G is intimately linked with planting method, species of trees and the presence of wall planting. Secondly, it was analyzed that grass and ground-cover planting promote I.O.G better than other method. The I.O.G of photo which contains grass is 45.47%. According to the comparative analysis between tree planting and multi-planting method, the presence of lower planting showed a difference about 8.77% of I.O.G.. From the persipective of I.O.G, tree planting with two lines is more effective than one. The difference of two ways is about 3.24%.

Thirdly, it is an efficnt way to use the wall planting or vertical planting in order to promote I.O.G.. In Dasanro, The I.O.G of photo which contains wall planting or vertical planting is 45.47% in contrast to the average of I.O.G. is 6.36%. Fourthly, the difference of I.O.G between broadleaf tree and needleleaf tree was larger than we thought. If look closely confined to this study, the I.O.G of street planted by Pine is 3.61% and Eastern Sycamore Family Bottonwood is 12.55%.

키워드 : 녹시율, 자동 계측, 벽면녹화, 식재방식

Keywords : Index of Greeness(I.O.G), Automatic Measurement Techniques, Wall Planting, Planting Method

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 도시열섬 완화나 미기후 조절 측면에서 녹지의 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라 많은 도시들이 녹지량과 관련된 다양한 지표 운용을 통해 양적 증대를 도모하고 있다.

그러나 기존의 녹지량 관련 지표들은 계획중심, 공급자 중심의 지표라고 할 수 있어 실질적으로 시민들이 체감하기 어려우며 도시경관 향상에 큰 도움을 주지 못하고

있다. 심리적 안정감을 주는 녹지의 긍정적인 영향과 도시환경을 고려한다면 시민이 직접적으로 활용하는 공간에서 녹지의 양을 증가시키는 것이 바람직하다. 이를 위해선 우선 도시 내부의 녹지 총량을 늘려야 하며 주변 환경에서 인지하는 녹시율을 높이는 것이 중요하다고 할 수 있다.

서울의 경우 대다수의 공원 및 녹지가 시 외곽에 산림 형태로 형성되어 있어 실질적으로 도시 내부에서 녹지공간을 접할 수 있는 기회는 적다. 이러한 서울의 환경을 고려한다면 녹지 공급정책은 도시 내부 및 시민의 만족도를 높이기 위한 방향으로 전환될 시점이다.

이와 같은 관점에서 보면 녹지의 양을 가지적으로 정량화하기 위해 일본에서 개발된 녹시율(綠視率) 개념은 유용하게 활용될 수 있으며 현재 일본과 한국에서 활발히 연구되고 있다.

* 주저자, 한국건설기술연구원 연구원(clay73@lycos.co.kr)
** 교신저자, 한국건설기술연구원 연구원(bjsjohn@kict.re.kr)
*** 한국건설기술연구원 수석연구원(zzan1113@kict.re.kr)
본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업(2012-0023-1-1) “도시 기후변화대응 생태단지 조성기술 개발” 연구의 지원 하에 진행되었습니다.

녹시율이 계획지표로서 최초로 사용된 예는 제3차 도쿄도 장기계획인 것으로 추정되며, 그 이후 여러 지자체에서 지표로 도입되어 일본의 법정계획인 녹지기본계획에서 가로녹화의 지표로 일부 사용되고 있다(조용현 외, 2010, p.206). 최근 녹시율을 도시계획목표로 정하고 있는 일본의 지방자치단체로는 센다이시, 요코하마시, 스기나미 구등이 있다. 또한 경관법에 근거한 경관계획에 녹시율의 향상을 규정하고 있는 지자체로는 오사카부, 니시노미야시, 타카라즈카시 등이 있으며 그 숫자는 확연히 늘고 있다(Tonosaki, 2010).

서울시에서도 녹시율을 정책 및 계획지표로 활용하기 시작하였는데 ‘서울 환경비전 2020’과 ‘2020 도시기본계획’에서는 가로 녹시율 목표치를 평균 30%로 설정한 바 있다(조용현, 2010). 이와 별도로 2002년부터 도입된 서울시 환경영향평가제도에서는 녹시율을 서울시의 환경영향평가항목 중 경관항목에서 다루기 시작하였고 2009년 고시된 ‘건축물 환경영향평가 항목 및 심의기준 변경고시(서울특별시고시 제2009-239호, 서울시보 2913호)’에서는 가로 녹시율의 분석을 의무화하고 그 분석방법을 제시하고 있다. 또한 서울시에서는 도시 가로 녹시율 증진을 위해 도시구조물 벽면녹화 사업을 시행하고 있다.

그러나 녹시율을 정책 혹은 계획적 지표로 활용하는데 있어 몇 가지 문제점이 있다. 첫 번째, 녹시율에 포함하는 녹색의 범위 또는 녹시율을 어떻게 정의할 것인지와 두 번째, 녹시율 계측방법에 관한 것이라고 할 수 있다. 이 문제들은 밀접하게 관련되어 있어 녹시율을 환경지표로 활용하는데 있어 객관성과 정확성을 확보하기가 어렵다. 첫 번째 문제인 녹시율의 정의 즉 녹시율에 포함하는 녹색의 범위는 일반적으로 식물의 시각적 양으로 규정하고 있어 어느 정도 녹시율 측정 내용에 대해서는 합의에 이르고 있다. 그러나 녹시율 계측의 정확성에서 문제점이 지적되고 있다. 녹시율을 환경지표로 활용하기 위해서는 정확성이 필수적인 요인이기 때문이다.

녹시율은 일정 지점에서 서 있는 사람의 시계(視界) 내에서 식물의 잎이 점유하고 있는 비율을 말하며 과거 평면적, 수평적인 개념의 녹화공간 평가에서 인간이 체감하는 녹화공간을 보다 직접적으로 표현하는 지표라고 할 수 있다. 현재 녹시율은 “실제 사람의 눈으로 파악되는 식물의 시각적 양”이라는 것과 촬영된 전체 사진면적 대비 사진에 투영된 식물 면적 계산을 통해 산출된다는 점에서 일치를 보이고 있으나, 사용되는 카메라 및 렌즈의 종류, 사진촬영 구도, 녹시율 산출 대상 식물 종류(관목류 또는 지피식물 포함 여부) 및 식물 부위(줄기 포함) 등 세부적인 방법에 대해서는 일치를 보이지 않고 있다(조용현 외 2010, 207).

현재 녹시율 측정방법은 Photoshop과 같은 화상처리소프트웨어를 활용한 방법, 사진절편을 계량하는 중량법, 플래니미터 법, 방안법, 점적자판법 등의 방법이 있다(Tonosaki, 2010). 하지만 모든 방법이 연구자의 시각에 의존하는 계측방법이기 때문에 측정자에 의한 오차가 발생하여 정확하고 객관적인 데이터를 얻기 쉽지 않은 것

이 현실이다.

주로 활용되고 있는 소프트웨어활용법, 중량법, 방안법의 문제점을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째로 포토샵을 이용한 경우 녹색 구역을 지정할 때 음영이 세부적으로 나누어지는데 녹음이 짙어 검게 표시되는 부분은 누락될 수도 있으며, 가로수가 아닌 상가의 간판이나 건물 등의 녹색도 식물로 인지하는 경우가 있다. 두 번째 중량법으로, 녹색부분을 자를 때 미세한 부분까지 정확하게 자르지 못하면 오차가 발생할 수가 있으며, 잉크가 많이 든 부분의 경우 미세하지만 잉크의 무게로 인한 오차도 발생할 수도 있다. 그리고 세 번째 방안법의 경우 비교적 정확한 방법이지만 인력과 시간이 너무 많이 소요되며 측정자의 숙련도에 따라 측정결과에 많은 차이를 보일 수 있다.

녹시율이 유의한 지표가 되고 널리 사용되는 지표가 되기 위해서는 “실제 사람의 눈으로 파악되는 것과 유사해야 한다는 점”, “녹시율의 효과를 산출하기 위해서는 대상에 대한 명확한 규정이 필요하다는 점”, “비교 가능한 지표가 되기 위하여 사진촬영 구도 및 산출방법이 용이하고 녹시율의 산출이 빠르며 반복 가능” 해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 전술한 바와 같이 녹시율 계측 시 발생하는 정확성의 문제점을 해결하기 위해 자동계측기법을 활용하여 서울 주요 가로의 녹시율 현황을 분석하고자 한다. 이를 토대로 향후 추가적으로 진행될 녹시율 증진 방안 연구의 기초 자료를 구축하고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

이와 같은 관점에서 볼 때 일본의 Tonosaki(2010)가 제안한 방법은 녹시율 측정의 정확성을 높이는데 매우 유용한 방법이라고 할 수 있다. Tonosaki(2010)는 식물 잎의 색도 영역을 이용한 녹시율의 새로운 계측방법을 제시하였다. 이 연구에서는 식물 잎의 색은 클로로필(Chlorophyll)의 반사특성에 기인하여 녹색으로 보인다는 점에 주목하고, 사진으로 촬영한 화상을 ‘Color Comfort Meter’라는 디지털화상처리기를 활용하여 색도를 분석

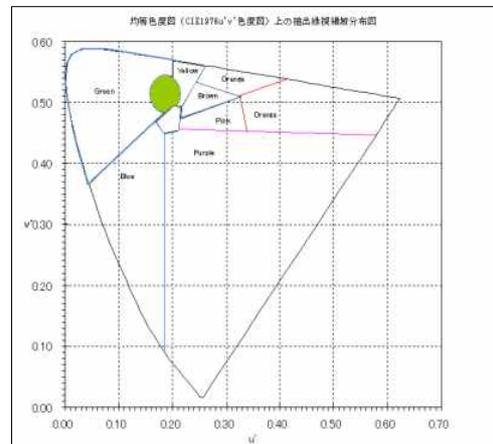


그림 1. CIE1976L*U*V 색도도상 녹시율의 측정범위 (자료: Tonosaki, 2011)

하고 녹시율을 객관적인 정량데이터로서 정확하고 신속하게 계측할 수 있는 방법을 제안하였다.

이 기법은 식물 잎 색이 CIE1976L*U*V* 색도 그림상에서 경사타원형으로 한정되는데 이 범위에 포함되는 색도를 녹시율의 측정범위로 규정하는 것이다.

Tonosaki(2010, 2011)가 제안한 녹시율 측정과정은 그림 2를 통해 알 수 있는데 우선 녹시율 측정 대상지에서 디지털 카메라를 이용하여 사진 촬영을 실시한 후 'Color Comfort Meter'라는 디지털화상처리기에 사진을 전송하여 색도(Chroma)를 분석하는 것이다. 이 방법은 사진 촬영 장소에서 실시간으로 녹시율 분석이 가능하며 촬영에서 녹시율 계측까지 약 10초의 시간이 소요된다. 이 기법을 활용하면 현재 녹시율 측정을 위한 촬영에서 계측까지 걸리는 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있으며 정확도를 기존의 방법에 비해 획기적으로 높일 수 있다는 점에서 효용성이 높다고 할 수 있다.

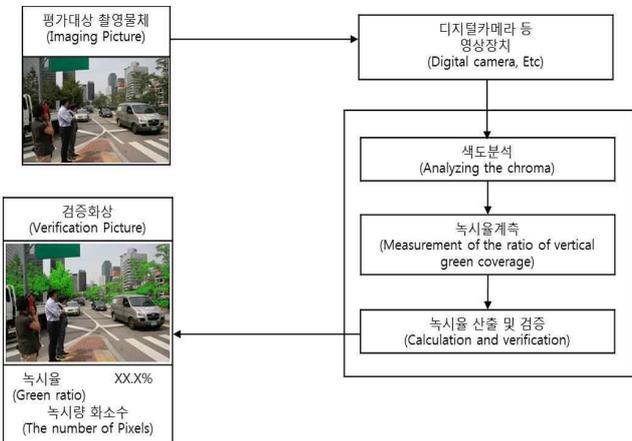


그림 2. 녹시율의 계측방법

본 연구에서는 Tonosaki가 제안한 방법을 활용하여 서울시 3개 가로구간의 녹시율을 측정, 분석하였다.

서울시의 가로 녹시율 현황을 측정된 기존 연구(서울시정개발연구원, 2003)에서는 간선도로, 보조간선도로, 집산도로, 국지도로 등 도로의 기능별 녹시율을 측정하였다. 간선도로는 16.33%, 보조간선도로는 16.91%, 집산도로는 13.97%, 국지도로는 7.50%로 나타났다. 간선도로와 보조간선도로의 녹시율이 비슷하게 나타나고 있다. 도로 기능상의 구분은 도로의 폭의 명확하게 반영되지 않아 큰 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 도로계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙(국토해양부령 제394호) 상의 규모별 도로 구분인 광로(40m 이상 도로), 대로 (25m 이상 30m 미만 도로), 중로(12m 이상 25m 미만 도로), 소로(12m 미만 도로) 중 광로, 대로, 중로를 각각 1개소 씩 선정하였다. 또한 서울시의 광로, 대로, 중로 중 가로수의 수종, 식재유형, 띠녹지 유무를 고려하여 광화문 광장, 종로 및 최근 소나무를 가로수로 활용한 중구의 약수역-버티고개역 구간을 선정하였다. 본 연구에서 수집된 자료는 향후 실시되어질 한

일 주요 도로 녹시율 비교 연구의 기초자료로 활용될 예정이다.

표 1. 연구 대상지의 현황

	광화문 광장	종로2가 사거리 ~ 종각역	약수역 ~ 버티고개역
측정간격	50m	50m	50m
가로수 수종	은행나무 잔디 지피식물	은행나무 양버즘나무 배롱나무 메타세콰이아 회양목	소나무 은행나무 회양목 사철나무
식재유형	교목1열 지피	교목1열 또는 교목 다열 관목, 지피	교목1열 또는 교목2열 관목
띠 녹지유무	무	유	유
측정지	중앙 광장	보도	보도
도로 규모별 구분	광로	대로	중로

2011년 8월 29일부터 30일까지 이틀에 걸쳐 촬영하였다. 각 대상지의 촬영은 보도의 중앙에 서서 카메라 Canon EOS Kiss X Series와 초점거리 50mm 렌즈를 활용하였다. 촬영 시 삼각대를 이용하여 1.5m로 고정하였고 각 지점에서 전·후면을 1회씩 촬영하였으며 촬영지점간 거리는 50m로 하였다. 녹시율 분석에는 전술한 Tonosaki(2010)가 사용한 디지털화상처리기를 활용하였다.

측정지점은 광화문 광장 11개 지점, 종로 2가-종각역 15개 지점, 약수역-버티고개구간 21개 지점을 합쳐 총 47개 지점을 진행방향과 진행반대방향으로 각각 측정하였으며 각 지점의 가로 환경변화 및 구성에 따른 녹시율의 변화를 중점적으로 분석하였다. 촬영 구간에 따라 측정지점 개수가 차이를 보이는 것은 일정구간 전체의 녹시율 현황을 분석하기 위하여 구간을 거리로 한정하지 않고 전체공간을 측정하였다. 그리고, 추가적으로 종로구에 위치하고 있는 탑골공원 내부의 녹화공간과 광화문 광장을 비교함으로써 식재유형 및 식생에 따른 녹시율 차이도 분석하였다.

2. 본 론

2.1 선행연구 고찰

녹시율을 활용하여 도시 내 녹지공간의 물리적인 효과와 심리적인 효과를 분석하고 상호간의 상관관계를 분석, 조사하여 공간 및 경관평가에 활용하고 있는 것이 기존 연구에서 보여지는 주요한 특성이다. 최근 국내에서는 녹시율 분석과 증진 방안에 관한 연구가 증가하고 있다. 녹시율을 경관평가 요소로 활용한 연구들은 다수 진행되었으나 실질적으로 녹시율의 정확한 측정방법에 관한 연구는 많이 이루어지지 않았다.

시각적으로 보여지는 녹지의 긍정적 효과를 분석한 국외연구에 따르면 일상적인 자연(ordinary natural)이 도시 환경(everyday urban)이나 스포츠 및 위락시설(sports / entertainment)보다 인간의 심리적 회복에 효과가 더 큰 것으로 나타났으며(Herzog, Black, Fountaine, & Knotts, 1997) 주택 내부에서 보여지는 자연적 요소가 주거환경의 만족도 등 심리적 혜택을 주는 데 긍정적 역할을 하는 것으로 나타났다(Kaplan, 2001). 또한 이승훈(2007)의 연구에서는 직접적으로 녹시율을 활용하여 이를 설명하고 있는데 녹시율이 높을수록 집을 제외한 장소에서는 심리적 에너지가 잘 회복되며, 이로 인해 정서가 증진됨을 보여주고 있다.

또한 Aoki(1991)의 연구에 의하면 녹시율이 30% 이상일 경우 가로경관에 대한 선호도가 높은 것으로 나타나고 있으며 1974년 이후 일본의 녹시율 연구를 정리한 Aoki(2006)의 연구에서도 녹시율이 높은 가로 및 주거경관이 선호도가 높은 것으로 나타나고 있다(Yang, Zhao, McBride & Gong, 2009, p.98에서 재인용). 녹지의 양이 선호도에 미치는 효과는 건물 지붕 및 벽면녹화의 유형에 따른 입면선호도를 분석한 White & Gatersleben(2011)의 연구에서도 입증되었다. 이 연구에 의하면 식재유형과 녹화방식에 따라 선호도가 다르게 나타나며 벽면녹화가 된 건물의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다.

이처럼 녹지, 혹은 가시적인 녹지 양의 중요성이 부각되며 국내에서는 녹시율의 평가 및 증진 방안 연구가 2000년대 들어 증가하고 있다. 녹시율 개념을 도입하여 도심 가로의 녹지량을 분석한 연구로는 경기개발연구원(2002)과 인천발전연구원(2003)의 연구가 있으나 두 연구 모두 녹시율 측정과 산출방법에 대해 명확하게 정의하고 있지 않아 정확한 녹시율을 산출하기가 쉽지 않다.

국내 연구 중 녹시율 측정방법을 비교적 명확하게 제시한 연구(서울시정개발연구원, 2003; 조용현 등, 2006)에서는 녹시율은 '일정 지점에서 있는 사람의 시계(視界) 내에서 식물의 잎이 점하고 있는 비율'로 정의하였다. 녹시율 측정방법을 보면 녹시율 측정지에서 50mm 표준렌즈를 장착한 일안반사식 디지털 카메라를 사용하여 가로 중앙에 서서 1.5m 내외의 눈높이에서 가로의 소실점을 사진 중앙에 위치시킨 입면 가로경관 사진을 촬영하고, 이 사진에서 사진 전체면적 중 살아 있는 식물 잎의 영상이 차지하는 면적비율(%)를 산출한다.

녹시율의 현황과 증진방안 연구는 다수 진행되었다. 조용현 등(2006)은 서울시의 가로 녹시율을 조사하고 가로 환경 특성과의 관련성에 대해 검토하였고 이를 토대로 조용현(2006)은 3D 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 서울시의 가로유형별 녹시율 증진방법과 가로 녹시율의 적정 목표 수준을 제시하였다.

2.2 서울 도심 3개구간 가로녹시율 현황

1) 광화문 광장

그림 3과 같이 광화문광장의 경우 세종로 중앙에 형성되어있는 잔디광장에서 광화문 앞을 출발점으로 하여 잔

디광장이 끝나는 지점까지를 측정구간으로 설정하였다.



그림 3. 광화문 광장 측정점

광화문광장의 전체평균 녹시율은 표 2에서 보는바와 같이 15.76%였으며 3개구간의 평균 녹시율보다 약 3.64%

표 2. 광화문광장 녹시율 측정결과

	진행 방향	측정값 (녹시율)%	진행 반대 방향	측정값 (녹시율)%
P ₁		2.68		6.86
P ₂		5.67		0.65
P ₃		44.8		42.79
P ₄		44.52		47.74
P ₅		47.17		45.82
P ₆		2.39		2.49
P ₇		3.51		2.61
P ₈		2.62		2.97
P ₉		1.68		2.1
P ₁₀		2.79		2.24
P ₁₁		6.73		25.77
평균값		14.96		16.55
최고값		47.17		47.74
최저값		1.68		0.65
표준편차		±18.76		±18.93
전체평균		15.76		

높은 수치를 나타내어 전체구간의 측정결과 가장 높은 녹시율을 보였다. 광화문광장의 식재유형은 잔디 및 지피 식물 중심으로 식재된 광장과 일부 건축물 부지 내부와 가로에 식재된 다열의 교목으로 구성되어있다. 그림 4는 최고점과 최저점을 보이는 지점이며 최고점의 녹시율은 진행반대방향으로서 47.74%로 3개 구역 전체 측정결과에서도 최고점을 나타냈으며 최저점의 경우 진행반대방향으로 0.65%로 나타났다.



a) 최고지점 b) 최저지점
그림 4. 광화문광장 녹시율 최고지점 및 최저지점

2) 종로 2가 사거리 ~ 종각역

본 측정구간은 2개의 구간으로 나뉘어 측정하였으며 종로 2가 사거리에서부터 종각역까지 양쪽보도의 중앙부를 촬영하였으며 각 측정지점은 그림 5와 같다.

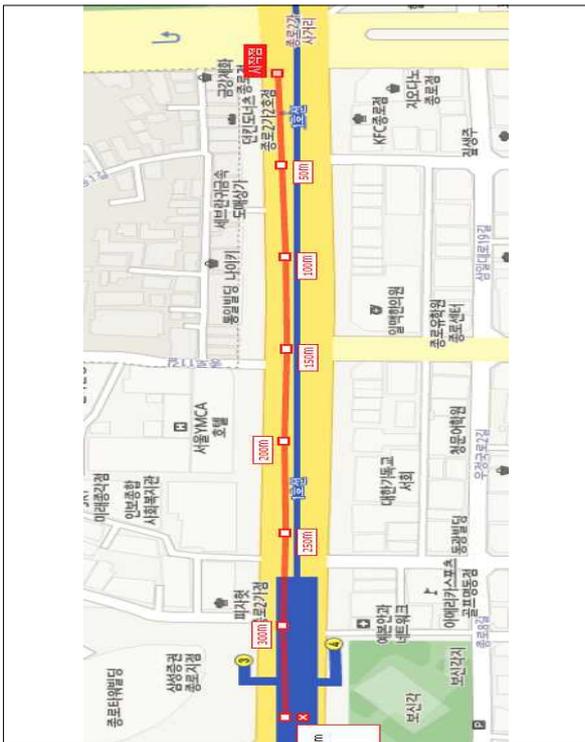


그림 5. 종로 2가 사거리 ~ 종각역 측정점

본 구간은 표 3에서 보는바와 같이 평균 녹시율이 11.86%로 나타났으며 이는 전체평균 11.32%보다 0.54% 정도 높게 나타났다.

표 3. 종로 2가 사거리 ~ 종각역 측정결과

	진행 방향 평균	측정값 (녹시율)%	진행 반대 방향	측정값 (녹시율)%
P ₁		8.96		17.95
P ₂		13.45		10.46
P ₃		5.86		14.02
P ₄		6.39		4.00
P ₅		9.34		4.67
P ₆		4.28		5.09
P ₇		7.7		5.59
P ₈		23.27		19.72
P ₉		29.76		31.14
P ₁₀		5.77		14.82
P ₁₁		5.46		10.37
P ₁₂		8.99		7.53
P ₁₃		12.55		18.27
P ₁₄		14.75		10.82
P ₁₅		12.22		12.55
평균값		11.25		12.47
최고값		29.76		31.14
최저값		4.28		4.67
표준편차		±6.82		±7.04
전체평균		11.86		

본 측정구간은 교목 1열 가로 식재와 그 아래에 일정한 간격으로 가로 식수대를 조성하여 잔디를 비롯한 지피식물과 관목류를 합식하는 다층(多層)식재 형태를 이루고 있다. 특히 지하철 종각역 출입구 부근에는 메타세콰이어를 중심으로 교목과 관목이 공원형태를 이루고 있는 것이 큰 특징이다. 본 측정구간에서 최고측정치를 나타내고 있는 공간의 특성은 그림 6에서와 같이 낙엽침엽교목인 메타세콰이어를 군식하고 그 아래에 관목류를 식재하는 다층(多層)식재형태를 이루고 있다.



a) 최고지점 b) 최저지점
그림 6. 종각역 녹시율 최고지점 및 최저지점

또한, 차도와 보도를 경계하는 곳에 낙엽활엽소교목인 배롱나무와 관목류를 다층(多層)식재 함으로서 녹시율을 높이는 다양한 기법이 활용되고 있었으며 식물생육에 필요한 유지관리 또한 충분히 이루어지고 있어 이상적인 공간조성으로 판단되어진다.

녹시율 최저점의 경우 녹시율이 4.67%였으며 도로와 도로가 교차하는 교차점으로 가로수의 연결도 이루어지지 않고 건물 외부에 식재공간도 존재하지 않는 공간적 특성을 나타내는 곳이었다. 최저점의 경우 상기 표 3에서는 P4의 진행반대방향 지점이나 상존하지 않는 장애물로 인하여 다음으로 최저치를 보이는 P5로 선정하였다

3) 약수역 ~ 버티고개역

그림 7과 같이 약수역에서 버티고개역까지 다시 버티고개역에서 약수역까지 총 1.1km의 양방향 보도중앙을 촬영하였다.

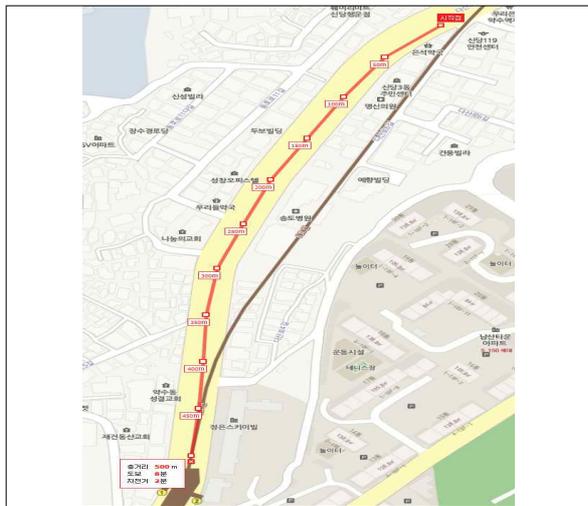


그림 7. 약수역 ~ 버티고개역 측정점

본 구간은 지자체가 소나무를 가로수로 식재하여 가로 녹화를 특화한 구간이며 대부분의 구간은 소나무 1열 식재로 이루어져 있으며 일부구간 은행나무와 소나무를 병행하여 2열 식재한 구간이 있다. 또한, 일정한 간격으로 가로 식수대를 설치하여 다층(多層)식재 형태로 조성되어 있다. 구간의 평균 녹시율은 표 4에서와 같이 6.35%로서 전체평균의 약 50%정도로 상당히 낮은 결과를 보였다. 또한, 최고점의 경우도 19.59%로 급변 최고 측정치를 보인 지점인 광화문광장과 비교해 보면 약 50%정도의 결과치를 나타내었다.

표 4. 약수역 ~ 버티고개역 측정결과

	진행방향	측정값(녹시율)%	진행반대방향	측정값(녹시율)%
P ₁		16.59		6.41
P ₂		4.15		1.18
P ₃		5.16		3.62
P ₄		12.47		14.58
P ₅		6.09		3.92
P ₆		4.94		1.43
P ₇		6.21		3.01
P ₈		1.56		5.1
P ₉		4.86		1.7
P ₁₀		10.75		1.59
P ₁₁		7.84		7.27
P ₁₂		8.92		1.44
P ₁₃		19.59		3
P ₁₄		4.6		3.61
P ₁₅		3.61		1.52
P ₁₆		3.33		12.34
P ₁₇		4.92		8.88
P ₁₈		5.59		9.72
P ₁₉		9.47		2.28
P ₂₀		5.9		3.12
P ₂₁		9.88		14.84
평균값		7.45		5.26
최고값		19.59		14.84
최저값		1.56		1.43
표준편차		±4.36		±4.28
전체평균				6.36

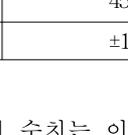
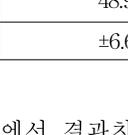
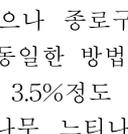
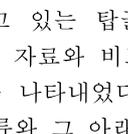
또한, 본 구간은 다른 2개 구간이 직선도로인데 반하여 곡선도로의 형태로 이루어진 도로이며 일부 건축물의 벽면이 식물로 피복된 구간이 형성되어 있다는 것이 큰 특징이다.

2.3 식재유형 및 수종에 따른 녹시율의 차이

3개 구간의 식재유형은 크게 5가지로 첫째, 잔디 및 지피식물을 주로 식재하여 이루어진 공간, 둘째, 교목 아래에 관목 또는 지피식물을 식재한 다층식재 유형의 공간, 셋째 교목을 1열, 2열 또는 다열식재한 공간, 넷째, 교목과 벽면녹화를 병용한 공간, 마지막으로 다섯 번째 낙엽활엽교목과 상록침엽교목이 식재된 공간으로 구분 가능하다.

첫째, 잔디식재구간이 많은 부분을 차지하고 있는 광화문광장의 경우 전체구간 녹시율 평균이 15.76%이며 잔디가 식재된 구간의 사진만 추출한 녹시율 평균은 45.47%였다.

표 5. 식재유형에 따른 녹시율(잔디 및 지피식물)

	잔디 지피식물	측정값 (녹시율)%	교목 관목	측정값 (녹시율)%
P ₁		42.79		39.43
P ₂		44.80		51.75
P ₃		47.74		53.54
P ₄		44.52		55.12
P ₅		45.82		40.04
P ₆		47.17		53.91
전체평균		45.47		48.97
표준편차		±1.67		±6.60

상기의 수치는 이번 연구범위에서 결과치를 반영 하지는 않았으나 종로구에 위치하고 있는 탑골공원의 내부 공간을 동일한 방법으로 분석한 자료와 비교하여 보았을 경우 약 3.5%정도 낮은 결과를 나타내었다. 탑골공원의 경우 소나무, 느티나무 등 교목류와 그 아래에 다양한 관목 및 지피식물을 다층식재한 공간인데 반하여 광화문의 경우 잔디와 일부 지피식물을 식재한 공간임에도 녹시율에 있어서는 매우 근소한 차이를 보인 것이다(표 5참조).

또한, 본 지점은 촬영당시 광화문 너머로 보이는 북악산이 측정지점 녹시율에 많은 영향을 미칠 것으로 예상되었으나 최저지점의 측정결과에서 나타난 바와 같이 큰 영향을 미치지 못하는 듯하였다. 거리에 따른 녹시율의 변화와

관련하여 조용현(2006) 등은 특별히 녹시율이 높은 것으로 나타나는 공간이 원거리나 근거리의 산, 하천 등 자연경관이 가로 경관에 포함되는 경우라고 서술하였으나 본 연구의 측정결과에서 원거리 이상의 지점에 조성되어 있는 녹색경관은 전체 녹시율에 미치는 영향이 적다는 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 종로 2가 사거리 ~ 종각역 구간과 약수역 ~ 버티고개역 구간의 측정결과를 통하여 교목 단일 수종을 1열 또는 2열로 식재한 구간과 관목 및 지피식물을 병용 식재하여 다층식재구조를 이루고 있는 공간을 비교분석하였으며 결과는 표 6과 같이 도출되었다. 이번 분석에서는 동일한 공간에서 하층식재부를 물리적으로 추가 또는 제외하여 측정하기가 현실적으로 어려운 관계로 동일한 측정지역에서 식물의 수종 및 교목의 식재유형이 비슷한 몇 개의 공간을 대표적으로 추출하여 비교분석한 결과이다. 각 구간은 하부에 관목 및 지피식물을 활용한 하층식재부의 조성유무에 따라 P1과 P2의 차는 각각 7.9%와 9.64%이며 지점 전체 녹시율 차이는 8.77% 정도의 높은 차이를 보였다. 이러한 결과는 전술한 표3 P₉의 녹시율 측정 결과와 함께 조용현(2006)이 녹화방법별 녹시율 증진효과에서 수목 층위를 고려한 식재를 할 경우에 녹시율 증진효과가 가장 높다고 밝힌 것과 동일한 결과이다.

표 6. 식재유형에 따른 녹시율(다층식재)

	교목 단일 식재 구간	측정값 (녹시율)%	다층식재 구간	측정값 (녹시율)%
P ₁		10.82		18.72
P ₂		4.94		14.58
평균		7.88(a)(±2.94)		16.65(b)(±2.07)
(b)-(a)	8.77			

셋째, 상기의 결과에서 더 나아가 약수역 ~ 버티고개역 구간에서 하층부의 식수대를 설치하지 않고 교목만을 1열 또는 2열로 식재한 공간을 비교분석하였다.

표 7. 식재유형별 녹시율(교목)

	1열 식재	측정값 (녹시율)%	2열 식재	측정값 (녹시율)%
P ₁		3.61		5.59
P ₂		3.33		7.82
평균		3.47(a)(±0.14)		6.71(b)(±1.12)
(b)-(a)	3.24			

본 구간에 식재된 교목은 1열 식재의 경우 소나무가 주를 이루고 있으며 2열 식재의 경우 소나무 1열과 은행

나무1열의 형식으로 병용 식재되어 있었다. 각각의 평균치는 3.47%와 6.71%로 그 차이는 3.24%정도였다. 여기에서 교목류 식재의 경우 낙엽활엽수인 양버즘나무와 은행나무를 1열 식재한 상기 표 6번의 P1과 상록침엽수인 소나무와 낙엽활엽수 은행나무를 2열 식재한 상기 표 7번의 P2를 비교분석해 보면 낙엽활엽수를 1열 식재하는 경우에 녹시율이 더욱 높게 나타난다는 결론을 도출하게 되었다.

넷째, 벽면녹화 공간의 유무에 따른 녹시율의 변화를 도출하였다. 조용현(2006)등은 벽면녹화의 경우 국지도로에서 녹시율 증진효과가 가장 크며 벽면녹화 비율이 증가함에 따라 녹시율도 함께 비례적으로 증가하고 그 효과는 차도보다는 보도에서 더욱 크다고 밝혔다. 약수역 ~ 버티고개역 구간은 가로식수대의 식재유형이 동일한 다층식재구조이며 벽면에 식재된 식물은 담쟁이 덩굴이었다. 두 구간을 비교분석한 결과 벽면녹화의 유무에 따라 벽면녹화가 이루어져 있는 공간(a)의 경우 19.59%인데 반하여 벽면녹화를 시행하지 않은 공간(b)의 경우는 8.92% 정도의 낮은 결과치를 나타내어 벽면녹화의 유무에 따라 2배가 넘는 녹시율 차이를 보였다.

표 8. 벽면녹화 유·무에 따른 녹시율 변화

	유	측정값 (녹시율)%	무	측정값 (녹시율)%
P1		19.59(a)		8.92(b)

다섯 번째, 식재된 교목의 수종에 따른 녹시율 변화를 분석하였다. 전체 측정구간에는 가로식수대에 양버즘나무, 은행나무, 소나무 등 크게 3종류의 교목류가 식재되어 있으며 본 연구에서는 각 수종에 따른 녹시율 변화를 살펴보고자 하였다. 종로 2가 사거리 ~ 종각역에서는 주로 양버즘나무와 은행나무가 식재되어 있으며 약수역 ~ 버티고개역 구간에서는 소나무가 주로 식재되어 있다. 구간별 전체 녹시율 비교에서도 각각 11.48%와 6.36%로 소나무가 식재되어 있는 약수역 ~ 버티고개역 구간이 낮게 나타났다. 이와 같이 낮은 측정치를 보인 이유를 측정결과를 통하여 추론해 보면 식재된 수종(樹種)의 주를 이루고 있는 소나무를 가장 큰 원인으로 상정할 수 있을 것이다. 두 공간에서 대표성을 띠는 공간을 분석해보면 소나무가 식재된 공간은 녹시율이 3.61%이며, 양버즘나무가 식재된 공간은 12.55%로 약 9% 정도의 차이를 보였다.



a) 소나무 식재 b) 양버즘나무 식재
그림 8. 수종별 녹시율 비교

상록침엽수인 소나무는 가지와 가지의 사이가 길고 나무전체에서 식물의 잎이 차지하는 면적이 적어 녹시율 수치가 낮은 것으로 판단된다. 또한, 심미성 향상과 생육건전성을 도모하고 통기성확보를 위하여 가지를 전정하며 이는 양버즘나무도 통상적으로 동일하게 관리하고 있으나 양버즘나무의 경우에는 잎이 넓은 활엽수이기 때문에 녹시율이 더욱 높게 나타난 것으로 사료된다. 그리고 소나무의 경우 식물의 생육특성상 아랫부분의 가지가 고사하게 되면 새로운 가지가 생성될 때까지 상당한 기간을 요구하는 생육적 특성을 가져 녹시율이 더욱 낮아진 것으로 추정된다.

3. 결론

본 연구는 도시 내 녹지를 확대하기 위한 대안적 정책지표의 활용성을 증진시키고자 수행되었다. 최근 많은 도시들이 녹지량과 관련된 다양한 지표 운용을 통해 양적증대를 도모하고 있다. 그러나 계획중심, 공급자중심의 지표로는 더 이상의 녹지 증진 효과를 기대하기 어렵다. 현재의 녹지 공급 관련 정책지표와 녹화정책을 가시적이며 객관적으로 정량화 할 수 있는 방안으로 전환하는 것이 필요하다. 이와 같은 관점에서 본 연구는 실제 가로환경을 실측하고 효과를 분석하여 향후 수립될 정책지표의 방법론 확립을 위한 기초연구의 성격을 가진다.

먼저 기존의 녹시율 측정방법을 개선한 측정방법을 규정하고 이를 활용하여 도로의 유형과 식물의 수종, 식재 유형 등이 서로 다른 3개의 구간을 상정하고 각 구간의 환경·물리적 요인변화에 따른 녹시율 변화추이를 현장조사를 통해 분석하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 광화문 광장의 평균 녹시율은 15.76%로 측정된 3개 구간 중 가장 높은 녹시율을 나타내고 있으며 측정구간 전체평균 녹시율보다 3.64% 높게 나타나고 있다. 이는 잔디 및 지피식물의 면적이 다른 연구대상지에 비해 많기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 녹지량이 녹시율 증가에 영향을 주는 요인이라고 판단된다. 녹지량과 녹시율의 관계를 좀 더 구체적으로 파악하기 위해 녹시율이 높게 나타난 광화문 광장 잔디부분 구간과 탑골공원의 일부구간을 비교분석하였다. 표 5에서 보는바와 같이 총 6개구간을 비교분석한 결과 탑골공원의 녹시율이 잔디구간의 평균녹시율보다 약6%~11%정도 높게 나타났다. 즉 녹지량 외에 식재방식이 녹시율 증진에 영향을 미치는 인자임을 확인할 수 있었다.

둘째, 교목 단일 식재와 다층식재 공간을 비교 분석한 결과 하층식재 유무에 따라 8.77% 정도의 녹시율 차이가 나타났다. 이는 비교적 높은 수치라고 할 수 있다. 따라서, 녹시율 증진을 위해서는 교목 하층부에 관목 및 지피식물을 식재하는 다층식재 형태가 녹시율을 증가시키는 데 효과적인 것으로 확인되었다.

셋째, 교목을 단일 식재할 경우에도 1열 식재보다는 2열로 식재하는 것이 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 1열 식재와 2열 식재에서 녹시율의 차이는 3.24% 정도의 차이

가 나타났다.

넷째, 건축물 벽면녹화 유무에 따른 녹시율 변화를 분석한 결과 벽면녹화가 시행된 공간의 녹시율이 19.59%로, 평균 녹시율이 6.36%인 공간에서 가장 높은 녹시율을 보였다. 또한, 동일한 가로식재유형을 이루고 있는 공간의 녹시율이 8.92%로 벽면녹화 유무에 따른 녹시율은 약 2 배정도의 차이를 보였다.

본 연구에서는 기존의 부정확한 녹시율 측정방안을 대체할 수 있는 자동계측기법을 활용하여 서울의 주요 가로별 녹시율을 측정하였고 공간현황을 분석하였다. 향후 서울시의 녹시율 활용에 있어서 기초자료를 쓰일 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구는 녹시율에 영향을 미치는 다른 개별적 요인에 대한 추가적인 연구의 필요성을 제기하고 있다. 우선 녹시율이 더욱 객관적인 정량분석도구 및 계획의 지표로 활용되기 위해서는 계절변화에 따른 녹시율의 변화추이에 대한 기초자료 구축이 필요하다. 또한 녹시율과 녹시율의 상관관계에 대한 면밀한 분석이 필요할 것으로 보인다. 이와 관련하여 수령(樹齡) 및 수종(樹種)에 따른 녹시율 변화에 대해서도 연구할 필요가 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 녹시율이 주민친화적 녹지 공급 정책 수단으로 활용되기 위해서는 녹시율과 보행자의 만족도 및 가로환경 개선 효과 관련 연구가 필요할 것으로 보인다. 이와 같은 관련 연구를 통해 녹시율을 정책 및 계획지표로 활용하는데 필요한 타당성을 확보할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 경기개발연구원(2002), 경기도 내 가로수 현황조사 및 현황도 작성
2. 서울시보 2913호 (2009), 건축물 환경영향평가 항목 및 심의기준 변경고시, 서울특별시고시 제2009-239호
3. 서울시정개발연구원(2003), 서울시 가로 녹시율 증진방안
4. 이승훈(2007), 녹시율의 정서증진효과에 대한 맥락 분석: 집과 집 이외의 장소, 한국심리학회지 12(4), pp. 997-1017
5. 인천발전연구원(2003), 구도심 가로의 녹량 및 녹시율 증진 방안
6. 조용현(2006), 경관 시뮬레이션을 통한 가로 녹시율 증진방안 및 목표수준 설정, 한국조경학회지 34(2), pp.26-35
7. 조용현, 정용문, 김광동(2006), 녹지량 지표로서 녹시율 개념을 도입한 서울시 가로 환경 특성 분석, 한국조경학회지 34(1), pp. 1-9
8. 조용현, 조현길, 한봉호(2010), 서울시 환경영향평가에서 가로 녹시율 지표의 적용 실태, 환경영향평가 19(2), pp. 205-213
9. Herzog, T. R., Black, A. M., Foutain, K. A. & Knott, D. J. (1997), Reflection and attentional recovery as distinctive benefits of restorative environments. *Journal of Environment Psychology*, 17(2), pp. 165-170
10. Kaplan, R. (2001) The nature of the view from home: Psychological benefits. *Environment & Behavior*, 33(4), pp. 507-542
11. Tonosaki, C. (2010), Research on the new measurement of the ratio of vertical green coverage with leaf colors. *Landscape Research Japan Online* 3, pp. 26-31

12. Tonosaki, C. (2011), 입체녹화 기술의 동향과 녹화효과의 계측 기술, 도시경관 개선을 위한 입체녹화 활용방안 한일국제세미나 자료집
13. White, E.V., Gatersleben, B. (2011) Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty?. *Journal of environmental Psychology*, 31, pp.89-98
14. Yang, J., Zhao, L, McBride, J, Gong, P. (2009), Can you see green? Assessing the visibility of urban forest in cities. *Landscape and Urban Planning* 91, pp.97-104

투고(접수)일자: 2012년 2월 8일
 수정일자: (1차) 2012년 3월 5일
 (2차) 2012년 4월 12일
 게재확정일자: 2012년 4월 15일