

녹지의 산출방법이 습도변화에 미치는 영향

윤용한* · 박 현

건국대학교 자연과학대학 산림과학과

Humidity Variation by Green Space Calculation Method

Yong-han Yoon* · Heon Park

Dept. of Forest Science, College of Natural Science, Konkuk University

ABSTRACT

For this study grasp quantitative humidity variation with planting stratification to various green space of calculation method, observed humidity distribution in the green space. with this data, coverage condition and humidity distribution, planting calculation method and humidity, planting stratification calculation method and humidity, analyzed by revolution analysis.

In this result, as well as coverage condition, planting stratification effect humidity variation. increasing planting ratio (area) and planting volume (capacity) effect higher humidity. especially, if we compared between planting stratification calculation method and higher humidity, effect by a revolution coefficient and a correlation coefficient, effect relatively planting volume (capacity) higher than stratification ratio (area). today, in the index of higher humidity, planting calculation propose application of capacity method.

Key words: Green Space, Humidity, Calculation Method, Land Coverage

서 론

도시의 팽창은 녹지감소, 건축물 및 도로와 같은 인공구조물의 증가 등으로 지표면의 상태를 변화시켰다. 그 영향으로 도시환경에 대한 자정능력의 상실과 풍향풍속, 대기변화 및 오염 등으로 도심은 고온건조화를 초래하였다. 이러한 현상으로부터 기후환경, 특히 온열환경(기온, 습도, 일사, 바람)과 관련시켜 녹지효과를 보면, 한층

그 중요성이 확인되었다(近藤, 1983). 또한, 녹지 내의 저온의 주체는 식재지, 수면, 초지의 순이고, 그 토지피복별 비율에 따라 기온저감효과가 서로 달랐다(윤용한, 1997). 더욱이 식재의 계층 구조(교목+소교목)로 피복되어 있는 구역과 수면을 핵으로 그 주변이 교목 중심의 식재로 둘러싸여진 구역은 현저히 낮은 기온임(丸田 1973; 윤용한, 2000)이 밝혀졌고, 그 저온의 냉기는 녹지내뿐만 아니고 풍하쪽 시가지로 흐르는 경향을 보였다(本條, 1984). 이처럼 녹지와 기온간의 연구는 다양하게 진행되었다.

*corresponding author. Tel : 043-840-3538
E-mail : yonghan7204@hanmail.net

녹지와 습도와와의 관련성을 보면, 식재 내외의 습도차이는 흐린 날보다 맑은 날이 상대적으로 현저하다(丸田, 1973). 같은 식재라도 그 계층구조에 따라 습도변화의 차이를 보였다. 특히, 교목 + 소교목층으로 피복되어 있는 구역은 상대적으로 높은 습도(수치)를 나타냈다(윤용한, 1997). 이러한 결과는 주로 녹지와 습도와와의 관련성을 정성적으로 나타낸 것이 많았다. 그렇지만 현재까지 도시녹지와 습도와와의 관련성을 식재의 산출방법 등과 관련시켜 비교 해석한 예는 거의 없다.

그리하여 본 연구는 토지피복현황과 식재의 계층구조 등이 다양한 도시녹지(도시내 이용 또는 존재기능을 갖는 영구적인 공지(수면 포함)로, 건폐율 20% 미만으로 자연환경을 갖춘 것)를 대상으로 그 산출방법에 따라 습도변화에 미치는 영향이 어느 정도인가를 명확히 밝히기 위해 녹지내의 습도분포를 관측하였다. 그 관측데이터를 바탕으로 녹지내의 토지피복현황과 습도분포, 식재의 산출방법과 습도상승효과와의 관련성을 회귀분석 등에 의해 해석하였다.

재료 및 방법

조사대상지의 선정기준

토지피복현황과 식재의 계층구조 등이 다양한 도시녹지를 대상으로 그 산출방법에 따른 습도변화를 파악하였다. 또한 조사대상지의 선정기준은 녹지내의 토지피복현황과 식재의 계층구조 등이 다양할 것 등을 고려하였고, 그 조건에 부합된 加曹利貝塚公園(8.2ha)을 선정하였다. 그 조사대

상지의 개요와 관측일의 기상조건은 Table 1과 같다. 또한, 녹지내의 토지피복현황은 아래와 같다.

녹지의 서쪽, 남서 및 북동쪽에는 포장면과 나지가 존재한다. 또한, 남서쪽에는 둥근 원로가 있고, 식재지는 전체적으로 분산되어 있다. 녹지 주변은 전원적이면서 논과 밭으로 둘러싸여 있고 군데군데 1, 2층 정도의 주택이 분산되어 있다.

기상관측

기상관측은 1995년 8월 2~4일에 실시하였다. 일사량의 관측은 일본제 MS-61형 일사계를 사용하였고, 그 관측방법(內嶋 1981)은 이동관측시간에 녹지내에서 정점관측을 1일 1회 한낮(14시 전후)에 20분(평균 일사량) 실시하였다. 단, 아침 4시의 경우는 일사가 없기 때문에 제외하였다. 그룹의 데이터는 이동관측시간과 거의 일치하는 것으로 千葉市(大氣汚染測定局) 것을 사용하였다.

풍향풍속의 관측은 일본제 Biramu형 풍향풍속계를 사용하였고, 그 관측방법은 일사량의 관측방법과 같으며, 1일 2회(14시, 4시 전후)에 실시하였다. 녹지내의 토지피복현황과 기상관측점은 Fig. 1과 같다.

습도의 이동관측은 일본제 디지털 습도계 CH-50을 사용하였고, 감지기는 방사차폐용에 알루미늄으로 덮은 통 속에 넣어 이것을 탑재한 오토바이에 의해 1일 2회(14시, 4시 전후)에 지상고 1.5m에서 실시하였다. 단, 녹지주변은 습도관측이 불가능해(논과 밭) 제외하였다.

모니터용으로서 녹지내(식재지, 초지, 나지) 3

Table 1. Outline of survey

| Target research area | Scale (ha) | Observation date 1995 | Amount insolation (MJ/m ²) | Cloud amount (1/10) | Wind direction | Wind velocity (m/s) | Wind direction | Wind velocity (m/s) |
|----------------------|------------|-----------------------|--|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Kasorikaitsuka Park | 8.2 | 8.2 | 2.92 | 3 | SW | 3.8 | SW | 0.9 |
| | | 8.3 | 2.88 | 2 | S | 3.5 | S | 0.2 |
| | | 8.4 | 2.69 | 3 | SE | 2.4 | SE | 0.7 |

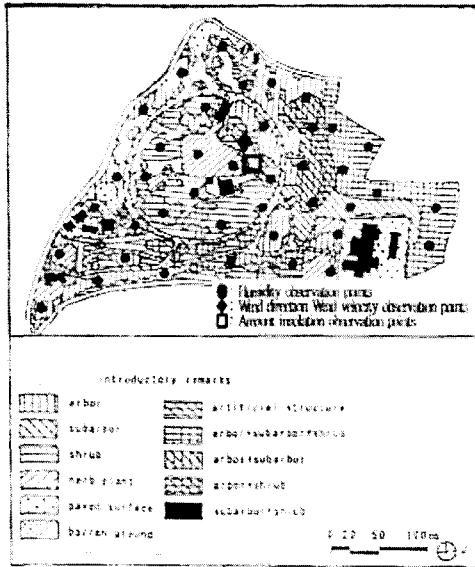


Fig. 1. Land coverage and observation points.

개소에 설치한 일본제 바이메탈 자기습도계의 데이터를 이용하여 1일의 습도변화와 이동관측의 데이터를 최고 및 최저치와 비교해서 보정을 실시하였다. 보정은 자기습도계의 한낮의 최고치, 아침의 최저치와 관측시간에 나타난 한낮의 습도와 이른 아침 습도와의 차이를 각각 이동관측의 관측치에 증감하여 실시하였다.

이상과 같은 방법으로 얻어진 데이터 가운데 맑은 날 한낮의 풍속은 3m/s 전후를, 아침의 풍속은 1m/s 이하를, 일사량은 3MJ/m² 전후를 선택해서 아래의 해석방법을 활용하였다. 이때, 기상조건이 다르고 연구목적에 부합되지 않는 날은 제외시켰다.

녹지내의 습도분포

토지피복현황과 습도변화와의 관련성을 파악하기 위해 녹지내의 관측치를 근거로 14시 및 4시의 습도분포도를 작성하였다.

습도와 관련되는 현지조사 및 토지피복현황의 파악은 1995년에 실시하였고, 그 내용은 현지와 설계도면 및 식재도면을 비교하여 식재의 계층구

조, 수고 등을 산출하였다. 또한, 확대한 항공사진(1/2,500, 일본국토지리원)과 식재도면 및 설계도면의 파악은 Eriacabumeta를 이용하여 식재지, 초지, 나지, 포장면 및 인공구조물로 분류하였다. 식재는 교목(8m 이상), 소교목(3~8m), 관목(3m 이하)으로 구분하고(豊田, 1991), 그 계층구조에 따라 교목+소교목+관목, 교목+관목, 소교목+관목으로 구분하여 토지피복현황도를 작성하였다. 이것들을 중첩시켜 녹지내의 토지피복현황과 습도와의 관련성을 비교 및 검토하였다.

식재의 산출방법과 습도

녹지내의 고습역은 식재 주변인 경우가 많았다(윤용한, 2002). 그래서 녹지내의 많은 면적을 차지하면서 냉열원의 주체인 식재를 대상으로 그 산출방법에 따른 습도상승효과를 비교 및 검토하였다. 또한, 관측점을 중심으로 직경 50m 범위 내의 식재율(평면적), 식재량(입체적)을 구하여, 각각의 값(수치)과의 관계를 1-2-3 Atoin 통계(RIJ)를 이용하여 단순회귀분석을 실시하였다. 이때, 식재율은 식재가 차지하는 면적비율을 의미한다. 식재량은 수목의 외경상 수관부분의 체적을 의미한다(田畑, 1984). 식재량은 수목을 수형에 따라 아래와 같이 분류하였다(飯島, 1993). 여기서, 직경 50m 범위내로 한 것은 관측점으로부터의 거리에 따라 기상과 토지피복과의 중상관계수가 이 범위에서 안정한다는 필자의 기초실험과 北山(1992)의 보고를 참고로 하였다.

식재의 계층구조의 산출방법과 습도

같은 식재라도 그 계층구조에 따라 습도의 변화를 나타냈다(윤용한, 2002). 그래서 계층구조가 다양한 식재를 대상으로 그 산출방법에 따른 습도상승효과에 미치는 영향이 어느 정도인가를 정량적으로 파악하기 위해 관측점을 중심으로 직경 50m 범위 내의 식재의 계층구조비율(평면적), 수고에 따른 식재량(입체적)의 값을 산출하였다.

식재의 계층구조비율(1층림률, 2층림률, 3층림률), 수고별 식재량(교목량, 소교목량, 관목량)을 설명변수로, 습도를 목적변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였고, 각각의 관계식은 아래와 같다.

식재의 계층구조비율(평면적)

- 1층림률(교목·소교목·관목)
- 2층림률(교목+소교목·교목+관목·소교목+관목)
- 3층림률(교목+소교목+관목)

수고별 식재량(입체적)

- 교목
 - 원추형(圓錐型) : $V=1/3 \pi^2 H$
 - 종란형(縱卵型) : $V=4/3 \pi (H/2)^2 r$
 - 횡란형(橫卵型) : $V=4/3 \pi (H/2)r^2$
 - 원통형(圓筒型) : $\pi r^2 H$
 - 관목
 - 선형(扇形) : $1/2 \cdot 4/3 \cdot \pi r^3$
 - 군식 및 산울타리 : $V=a \cdot D \cdot H$
- V : 체적, r : 수관 폭(반경), H : 수관 높이,
a : 폭, D : 거리

결과 및 고찰

녹지내의 습도분포

토지피복현황과 습도변화와의 관련성을 파악하기 위해 녹지내의 관측치를 근거로 작성한 대표적인 14시 및 4시의 습도분포도는 Fig. 2와 같다.

14시 습도의 경우, 녹지 남서쪽의 포장면과 나지 주변에는 저습역이, 북서쪽의 식재주변에는 고습역이 형성되었다. 그 최고치와 최저치의 차이는 2~4% 정도였다. 같은 식재라도 그 계층구조에 따라 습도분포가 서로 달랐다. 특히, 교목+소교목층으로 덮여져 있는 구역은 비교적 높은

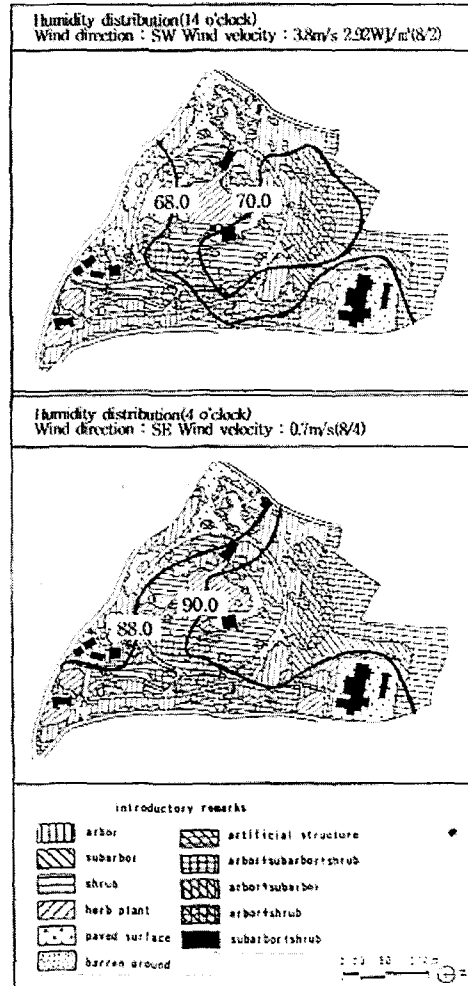


Fig. 2. Humidity distribution inside Kasorikaitsuka Park.

습도를 나타냈다.

4시 습도의 경우, 고습역 및 저습역의 출현위치 등은 14시의 습도분포와 거의 같은 경향을 보였고, 그 최고치와 최저치의 차이는 2.0% 정도였다. 또한, 고습역(90%), 저습역(88%) 정도로 높은 수치를 나타냈으나, 등습선의 밀도는 14시의 습도보다 상대적으로 단순하였다.

식재의 산출방법과 습도

녹지내의 관측점을 중심으로 직경 50m 범위내

의 식재율 및 식재량과 습도와의 단순회귀분석을 실시하였다. 그 식재율과 습도와의 결과는 Table 2에, 식재량과 습도와의 결과는 Table 3에 나타났다. 또한, 식재율과 식재량의 관계는 Fig. 3과 같다.

Table 2와 3으로부터 식재율 및 식재량과 습도와의 관계는 정(正)의 상관관계를 나타냈다. 그 효율성을 회귀계수와 상관계수로 비교하면, 14시 및 4시의 습도 모두 식재율보다는 식재량의 수치가

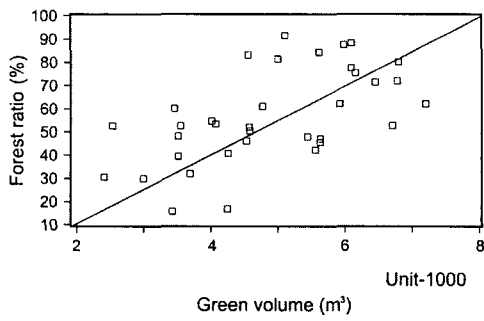


Fig. 3. Relationship of green coverage ratio and green volume.

가 상대적으로 컸다.

Fig. 3으로부터 식재율의 증가와 함께 식재량도 증가되는 경향을 보였으나, 비교적 심한 편차를 나타냈다.

식재의 계층구조의 산출방법과 습도

녹지내의 관측점을 중심으로 직경 50m 범위내의 1층림률, 2층림률, 3층림률과 습도간의 다중회귀분석 결과는 Table 4에, 같은 방법으로 분석한 교목, 소교목 및 관목량과 습도간의 결과는 Table 5에 나타났다.

Table 4로부터 습도상승효과는 1층림, 2층림, 3층림의 순이고, 그 비율의 증가는 모두 습도상승에 효과적이다.

Table 5로부터 습도상승효과는 교목, 소교목, 관목량의 순이나, 교목과 소교목의 차이는 아주 작았다. 이것은 식재량이 수고에 관계없이 습도상승효과의 지표로서 이용 가능성이 인정된 것이라고 생각된다.

Table 2. Humidity-unit regression formula of forest ratio within range of 50 m diameter

| | Observation data | Regression formula | | R ² |
|------------------------|------------------|--------------------|-------|----------------|
| Humidity 14 o'clock | 8.2 | 0.031 | 68.55 | -0.388 |
| | 8.3 | 0.029 | 69.51 | -0.202 |
| | 8.4 | 0.037 | 70.08 | -0.411 |
| Humidity 4 o'clock | 8.2 | 0.026 | 88.01 | -0.401 |
| | 8.3 | 0.033 | 88.71 | -0.432 |
| | 8.4 | 0.027 | 88.77 | -0.294 |

Y: Humidity (%), X1: Forest ratio (%).

Table 3. Humidity-unit regression formula of Green volume within range of 50 m diameter

| | Observation data | Regression formula | | R ² |
|------------------------|------------------|--------------------|-------|----------------|
| Humidity 14 o'clock | 8.2 | 0.00034 | 68.89 | -0.386 |
| | 8.3 | 0.00030 | 69.70 | -0.208 |
| | 8.4 | 0.00043 | 70.70 | -0.425 |
| Humidity 4 o'clock | 8.2 | 0.00031 | 88.32 | -0.356 |
| | 8.3 | 0.00041 | 89.00 | -0.442 |
| | 8.4 | 0.00027 | 88.98 | -0.289 |

Y: Humidity (%), X1: Green volume (m²).

Table 4. Humidity-multiple regression formula of layer structure of forest ratio within range of 50 m diameter

| | | Observation data | | Regression formula | | | R ² |
|------------------------|-----|------------------|-------|--------------------|-------|-------|----------------|
| humidity 14 o'clock | 8.2 | 0.021 | 0.024 | 0.029 | 70.68 | 0.545 | |
| | 8.3 | 0.020 | 0.025 | 0.028 | 69.54 | 0.374 | |
| | 8.4 | 0.027 | 0.029 | 0.030 | 69.94 | 0.245 | |
| humidity 4 o'clock | 8.2 | 0.011 | 0.021 | 0.024 | 89.01 | 0.399 | |
| | 8.3 | 0.016 | 0.020 | 0.019 | 88.07 | 0.332 | |
| | 8.4 | 0.012 | 0.015 | 0.016 | 88.32 | 0.350 | |

Y: Humidity (%), X1: One layer forest X2: Two layer forest, X3: Three layer forest.

Table 5. Humidity-multiple regression formula of arbors sub-arbors and shrubs within range of 50m diameter

| | | Observation data | | Regression formula | | | R ² |
|------------------------|-----|------------------|---------|--------------------|-------|-------|----------------|
| humidity 14 o'clock | 8.2 | 0.00046 | 0.00035 | 0.00010 | 70.87 | 0.570 | |
| | 8.3 | 0.00036 | 0.00034 | 0.00014 | 69.88 | 0.389 | |
| | 8.4 | 0.00025 | 0.00024 | 0.00009 | 70.12 | 0.246 | |
| humidity 4 o'clock | 8.2 | 0.00035 | 0.00025 | 0.00012 | 89.24 | 0.401 | |
| | 8.3 | 0.00031 | 0.00027 | 0.00009 | 88.78 | 0.345 | |
| | 8.4 | 0.00035 | 0.00028 | 0.00022 | 88.24 | 0.345 | |

Y: Humidity (%), X1: volume of arbor (8 m and above), X2: volume of sub-arbor (3 to 8 m), X3: volume of shrubs (within 3 m).

Table 4와 5로부터 습도상승효과의 효율성을 회귀계수와 상관계수로 비교하면, 수고별로 산출된 식재량(입체적)이 계층구조별로 산출된 식재율(평면적)보다 상대적으로 높은 습도상승효과를 나타냈다.

요 약

본 연구는 녹지의 계층구조 등이 다양한 도시 녹지를 대상으로 그 산출방법이 습도변화에 미치는 영향을 정량적으로 파악하기 위해 녹지내의 습도분포를 관측하였다. 그 데이터를 바탕으로 녹지의 토지피복현황과 습도분포, 식재의 산출방법과 습도, 식재의 계층구조의 산출방법과 습도와의 관련성을 회귀분석 등에 의해 해석하였다. 그 결과, 토지피복현황뿐만 아니라 녹지의 산출방법이 습도변화에 많은 영향을 미치고 있다.

또한, 식재율(평면적) 및 식재량(입체적)의 증가는 습도상승에 효과적이다. 더욱이 계층구조가 다양한 식재를 대상으로 그 산출방법과 습도상승과의 관계를 회귀계수와 상관계수를 통해 비교하면, 식재를 산출할 경우에는 평면적인 방법보다 입체적인 방법이 습도상승에 미치는 효과(수치)가 컸다. 앞으로 습도상승효과의 지표로서 식재의 산출은 입체적인 방법의 활용을 제안한다.

참고문헌

1. 尹龍漢, 丸田賴一, 柳井重人 1997. 公園綠地内における氣温および相對濕度分布と土地被覆狀態との關聯性について. 環境情報科學論文集, 11:19-24.
2. 윤용한 2000. 공원에 의한 고온성 저감효과에 관한 연구. 한국정원학회지, 18(1):83-90.

3. 윤용한 2002. 녹지에 의한 상대습도의 상승 효과에 관한 실증적 연구. 한국공원휴양학회지, (1):87-92.
4. 飯島亮 1993. 庭木と緑化樹 1. 誠文堂新光社, 84-85.
5. 内嶋善兵衛 1981. 日射の測定法. 農業氣象, 37(2):137-138.
6. 丸田頼一 1973. 公園緑地内の氣象. 造園雜誌, 37(5):33-35.
7. 北山廣樹, 片山忠久, 林 徹夫, 鹽月義隆, 古川太郎,, 土橋英久 1992. 都市における土地利用と氣温分布に関する調査研. 日本建築學會大會學術講演集, 1403-1404.
8. 近藤三雄, 間仁田和行, 浜田容三, 小澤知雄 1983. 樹木, 芝生の微氣象調節效果に関する實証的研究. 造園雜誌, 46(3):161-175.
9. 田畑貞壽, 井手久登, 田代順孝 1984. 緑と居住環境. 古今書院, 12, 58.
10. 豊田幸夫 1991. 建築家のための造園設計資料集. 誠文堂新光社, 100.
11. 本條 殷, 高倉 直 1984. 緑地が都市内熱環境におよぼす影響(1) 實測に依る收支的解析. 農業氣象, 40(3):257-261.