

ORIGINAL ARTICLE

가로변 완충녹지의 조성유형에 따른 음이온 농도 비교 분석

윤용한 · 주창훈¹⁾ · 박헌 · 김정호*

건국대학교 녹색기술융합학과, ¹⁾산림조합중앙회 산림자원조사센터

Comparative Analysis of Anion Concentration by the Type of Roadside Buffer Green

Yong-Han Yoon, Chang-Hun Joo¹⁾, Hun Park, Jeong-Ho Kim*

Department of Green Technology Convergence, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

¹⁾National Forestry Cooperative Federation, Forest Inventory Center, Daejeon 306-808, Korea

Abstract

This study were performed on roadside buffer green in Songpa-dong, Songpa-gu, Seoul in order to analyze the anion concentration according to the type of composition of roadside buffer green. Buffer green separating the physical structure of the measurement points and measurement locations were separated by roadside, green interior, the other side of the road. planting density and deposit of trees per each buffer green was measured in the order of mounding type> slope type> the plain type. If the measured temperature of the location-specific weather elements roadside> inside> the other side of the road in order of measurement and the temperature is lowered farther away from the road. If the relative humidity of the road on the other side> inside> the roadside in order to measure and this is the opposite of the temperature tendency. According to physical structure reduction of the temperature on the other side of the road and roadside in order of mounding type> the plain type> slope type was measured. As a result of measuring a anion therefore concentration of the anion inside of melt is in order of mounding type> the plain type> slope type, tended to match the melt characteristics. According to measured positions anion concentration is in the order of the other side of the road> inside> the roadside was measured. As a result of correlation analysis, in the case of measurement location-specific weather and anions the temperature is positive correlation, relative humidity is negative correlation and that's results of previous studies were supported.

Key words : Temperature, Planting density, Correlation, Physical structure

1. 서론

고밀화 된 도시의 무분별한 개발과 인구집중으로 인해 많은 문제점을 해결하고자 도심지 내 녹지면적 확충, 바람길 형성, 도심 가로수 정비 등 많은 노력이 이루어지고 있다. 특히 가로녹지는 도시 선형녹지축의 골격을 이루는 기본단위로, 가로경관향상, 차량으로부터 보행자

보호, 운전자에게 안전한 교통환경의 제공(Kim과 Hong, 2008) 등 다양한 기능을 수행하며, 주변 공업지대, 도로에서 발생하는 소음, 대기오염 등의 공해물질이 확산되지 않도록 흡수하거나, 차단(Jung과 Kim, 2011)하는 완충녹지의 기능성까지 강조되고 있다.

완충녹지의 다양한 기능 중, 대기오염 물질 저감의 효과는 수목에 대한 미세먼지의 흡착과 더불어 수목에 의

Received 1 April, 2014; Revised 3 July, 2014;

Accepted 10 July, 2014

*Corresponding author : Jeong-ho Kim, Dept. of Green Technology Convergence, Konkuk University, Chungbuk 380-701, Korea
Phone: +82-43-840-3531
E-mail: hoyal209@kku.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

해 발생한 음이온(Park 등, 1998; Lee와 Yoon, 2003)에 의한 대기오염물질의 중화 또한 중요한 요인으로 작용하고 있다. 이온이란 공기 중 원자 또는 분자 또는 전이성 성질을 띠는 것으로 운동도에 따라 대·소립자로 구분할 수 있으며, 소립자 중 양전하를 띠는 것을 양이온, 음전하를 띠는 것을 음이온이라고 한다. 음이온의 발생원으로는 햇빛 중 자외선의 공기분자 파괴, 땅속에 섞여있는 방사능 물질의 붕괴, 대기와 지표 간 전위차, 기온과 기압차, 레나드 효과(Lenard's effect), 식물의 증산작용 등 다양한 원인으로 인하여 지속적으로 발생한다(Jin, 2005; Park 등, 1998). 음이온의 효과로써 첫 번째, 인간의 부교감신경계를 자극하여 안정된 반응을 유도하며, 혈압, 맥박, 호흡을 안정화 시키는 등 건강에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 효과를 바탕으로 자연휴양림 적지선정을 위한 연구, 산림, 자연녹지에서 음이온의 발생에 관한 연구는 다수 진행되었다(Um과 Kim, 2010; Jeon과 Jo, 2009). 그러나 대부분 자연녹지, 산림에 국한된 것으로 근래의 도시개발과 인구집중으로 인한 현재의 도시의 문제점을 해결하기 위해서는 많은 제약점이 있다. 음이온의 두 번째 효과는 전기적 특성에 의한 공기정화 효과이다. 내연기관과 난방 시 화석 연료가 연소할 때 발생하는 양이온성인 질소산화물(NOx)이 발생한다. 또한 대기 중에는 질소산화물 외에도 알레르기 일으키는 항원물질, 곰팡이, 포자, 박테리아, 세균, 다이옥신류, 미세먼지 등이 섞여 있는데 이들은 모두 양이온으로 대전되어 있다(Jin, 2005). 이러한 오염물질에 음이온이 작용하여 중화시켜 무겁게 하여 지표로 가라앉게 되어 공기가 정화된다. 이러한 음이온의 전기적 특성에 의한 공기정화효과의 경우 산업화, 공업화가 진행된 도심 내에서의 대기오염완화, 질병유발물질 감소 등 도시의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 활용될 수 있다고 판단된다. 실제로 공중먼지가 많은 대표적인 장소인 양계장내 뉴캐슬병의 발생을 줄이고, 부유성 박테리아의 감소 등과 함께 공기 중의 세균수 약 32.52% 가량이 감소함을 보고하였다(Happ 등, 1966; Mitchell과 King, 1944; Jacob 등, 1990). 또한, 음이온 발생량이 많은 식물은 공기 중의 오염원을 제거하는데 1~2주 만으로도 공기청정기와 같은 효과를 낼 수 있다(Lee와 Yoon, 2003)고 보고된 바, 식물의 음이온 발생효과는 가로원충녹지에서 교통에 의한 소음발생을 완화하고, 미기

후를 완화할 뿐만 아니라, 자동차 배기가스 등에 의한 대기 오염을 정화하는데 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

가로변 원충녹지의 효과 및 검증 연구로는 식재구조 개선, 생육특성, 생태적 네트워크, 소음 및 대기오염 개선으로 요약될 수 있다. 최근 10년간 국내의 원충녹지에 대한 연구는 원충녹지의 식재구조 개선, 녹지량 증진을 위한 연구(Lee 등, 2008; Lee 등, 2012; Byon 등, 2012; Han 등, 2013), 도시생태 네트워크(Kang과 Park, 2011; Oh 등, 2009; Lee 등, 2005)가 주를 이루고 있으며, 원충녹지의 기준설정을 위한 연구(Park과 Yoo, 2004) 가로녹지대 식물의 생육특성에 관한 연구(Hong 등, 2012; Jung 등, 2005)가 일부 진행되었다. 그러나 가로변 원충녹지의 구조와 식생밀도에 따른 음이온발생량 등 건강적 측면을 고려한 연구는 부족한 실정이었다.

이에 본 연구는 도심지의 가로변 원충녹지를 대상으로 가로녹지조성유형 및 식재밀도에 따른 음이온 발생량을 측정하고 음이온과의 상관성을 분석함으로써 쾌적한 도시가로환경 조성을 위한 관리계획의 기초자료로 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구대상지 및 유형

연구대상지로 선정한 서울특별시 송파구는 한강과 탄천이 대상지 북측과 서측 외곽부에 위치하여 구 경계를 이루고 있으며 도시계획시설로서 시설녹지는 대부분 송파대로와 남부순환로변에 선형으로 조성되어 있는데, 본 연구에서는 도로변 가로녹지의 물리적 유형구분에 대한 선행 연구(Kim 등, 2008)가 진행된 송파대로변 가로녹지를 대상으로 선정하였다. 현재 조성된 송파대로변 가로녹지는 송파역에서 장지역까지 가로녹지가 조성되어 있고, 주변 도로의 소음 및 오염물질의 차단을 위한 원충녹지의 역할을 수행하고 있다.

도로를 중심으로 동측에 조성된 녹지의 규모는 길이 1,980 m, 면적 16,310 m² 으로 조성폭은 평균 5~10 m이다. 서쪽으로는 가락시장역에서 휘밀리아파트까지 가로녹지가 조성되어 있으며, 길이 430 m, 면적 8,460 m², 조성폭은 18~22 m이다. 송파대로 주변 원충녹지의 조성유형은 Kim 등(2008)의 방법에 따라 평지형(Type F), 사면형(Type S), 마운딩형(Type M)의 3가지 유형으로

구분하였다.

2.2. 식재유형 및 구조

가로변 완충녹지의 조성유형에 따른 식재유형 및 식재구조를 파악하기 위하여, 방형구법(Quadrats method)을 이용하여 조사구 15개소를 설정한 후, 조사구 내에 식재되어 있는 수목을 교목,아교목층, 관목층으로 구분하여 수고 및 흉고직경을 조사하였다. 식재밀도는 단위면적당(m²) 주수를 분석하였고 녹지의 풍부함을 비교하기 위한 정량적 자료인 수목의 울폐도와 수관용적을 나타내는 녹지용적계수(Pohl 등, 1984)를 분석하였다.

2.3. 음이온 및 기상요소 측정방법

음이온의 경우 COM - 3200 PRO (NICO, Japan)를 활용하였으며, 측정지점에서 도로와 가까운 지점(Ta), 완충녹지 내부(Tb), 도로의 반대편(Tc지점)으로 구분하여 측정하였다. 음이온은 측정시간대에 따라 공기 중 음이온 수가 실시간으로 변화하기 때문에, 측정 시간대와 측정방법이 주요 변수가 된다(Jin, 2005). 이에 대기 중 음이온 농도가 가장 높은 시간인 12~14시 사이에 측정하였으며, 지전장(地電場)의 영향을 최소화하기 위하여 삼각대를 이용하여 지상으로부터 1.2 m 위치에 설치하

였다. 음이온 측정기는 초단위로 음이온의 수치가 변화하므로 정확한 기록을 위하여 노트북에 음이온 측정기를 연결하여 측정지점에서 3분 동안 대기에 노출시켜 음이온 변화값을 자동으로 기록하여 평균값을 활용하였다. 또한 측정된 음이온과 기상과의 상관성을 분석하기 위하여 기온, 상대습도, 표면온도, 광도, 풍향, 풍속을 기록하였다.

2.4. 통계분석

측정된 음이온 측정값과 기상요소와의 상관성을 분석하고, 토지피복유형간 음이온 분포의 차이를 파악하기 위하여 Spss 18을 활용하여 Dancan's Multiple Rang Test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 조성 유형에 따른 식재구조

가로변 완충녹지의 조성유형은 완충녹지의 기능별 식재방안을 제시하기 위해 물리적 구조를 고려한 Kim 등(2008)의 방법을 응용하여 평지형(Type F), 사면형(Type S), 마운딩형(Type M)으로 설정한 후 각 지점별 평균 식재수종 및 밀도를 고려하여 5개소씩 총 15개 조사구를 설정하여 조사한 자료를 분석한 결과(Fig. 1), 식

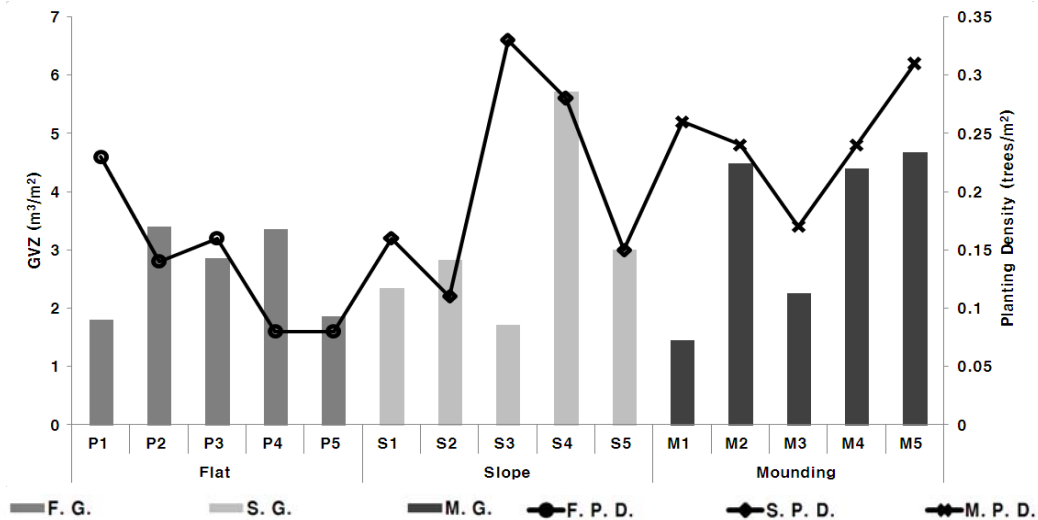


Fig 1. The results of characterization of landscapes based on the measurement point(F. G.; GVZ of vegetated buffer strips on the flat landscapes, S.G.; GVZ of vegetated buffer strips on the slope landscapes, M.G.; GVZ of vegetated buffer strips on the mound landscapes, F. P. D.; Planting density of vegetated buffer strips on the flat landscapes, S. P. D.; Planting density of vegetated buffer strips on the Slope landscapes M.P.D.; Planting density of vegetated buffer strips on the mound landscapes.).

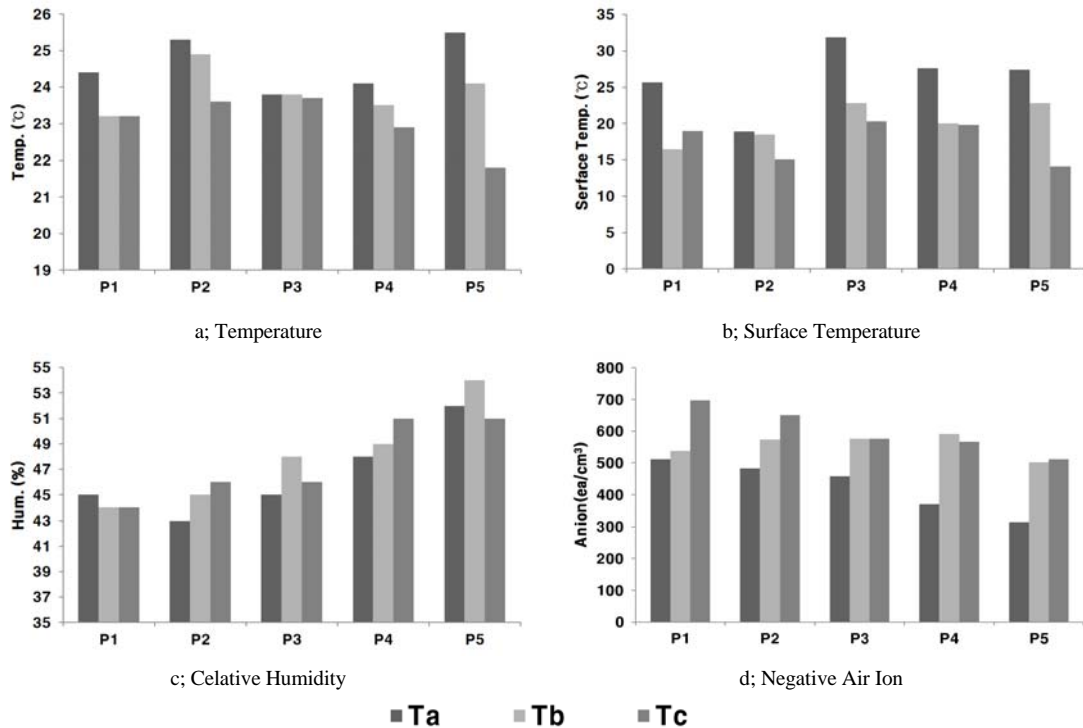


Fig. 2. Meteorological elements and anion measurement results in Flat Type (Type F).

재밀도는 Type M (0.24 주/m²) > Type S (0.20 주/m²) > Type F (0.15 주/m²) 순으로 Type M 완충녹지에서 식재밀도가 가장 높은 수준이었다. Type F의 경우 양버즘나무 등이 2열로 식재된 상태로 관목층이 식재되지 않은 단순한 구조이었으며 Type S는 폭 6~10 m 수준으로 교목층 수종과 더불어 관목층에 쥐똥나무, 회양목 등이 일부 식재되어 있으나 식재량이 부족한 상태이었다. 3개 유형의 식재밀도는 2000년대 이후 조성된 우리나라 가로변 완충녹지의 식재밀도와 유사한 수준이었다(Kim 등, 2008).

녹피율은 Type M(115.97%) > Type S (99.61%) > Type F(92.74%), 녹지용적계수는 Type M(3.45 m³/m²) > Type S(3.12 m³/m²) > Type F(2.66 m³/m²) 순이었다.

3.2. 기상요소 및 음이온 농도

3.2.1. 평지형 완충녹지

Type F의 기상요소 측정결과(Fig. 2), 기온은 T_a

(24.62°C) > T_b (23.9°C) > T_c (23.04°C) 순으로 측정되었으며, 표면온도는 T_a (26.3°C) > T_c (20.12°C) > T_b (17.66°C) 순으로 측정되었다. 기온의 경우 도로변에 위치하여 수목에 의한 일사차폐가 적은 T_a 지점에서 기온이 가장 높았으며 광도 또한 높게 측정되었다. 반면 T_c 지점의 경우 측정지점이 대부분 고층아파트에 의한 일사차폐와 자동차의 배기열, 도로에서의 복사열이 크게 미치지 못하여 기온과 광도가 가장 낮은 것으로 판단되었다. T_c 지점의 기온은 T_a 지점에 비하여 1.6°C 정도 낮게 측정되었다.

상대습도의 경우 T_b (47%) > T_c (47%) > T_a (46%) 순으로 측정되어, 기온과 반대되는 경향으로 측정되었다. 이는 기온과 상대습도의 경우 고온역에서는 저습역이, 저온역에서는 고습역이 형성된다는 선행연구(Yoon 등, 2007)와 일치하는 경향이었다. 측정지점 풍향의 대부분은 차량통행과 건물배치에 의하여 북풍 및 북서풍으로 측정되었으며 풍속은 1m/s 이하로 측정되었다.

Type F의 평균 음이온 농도는 578 ea/cm³로 측정되

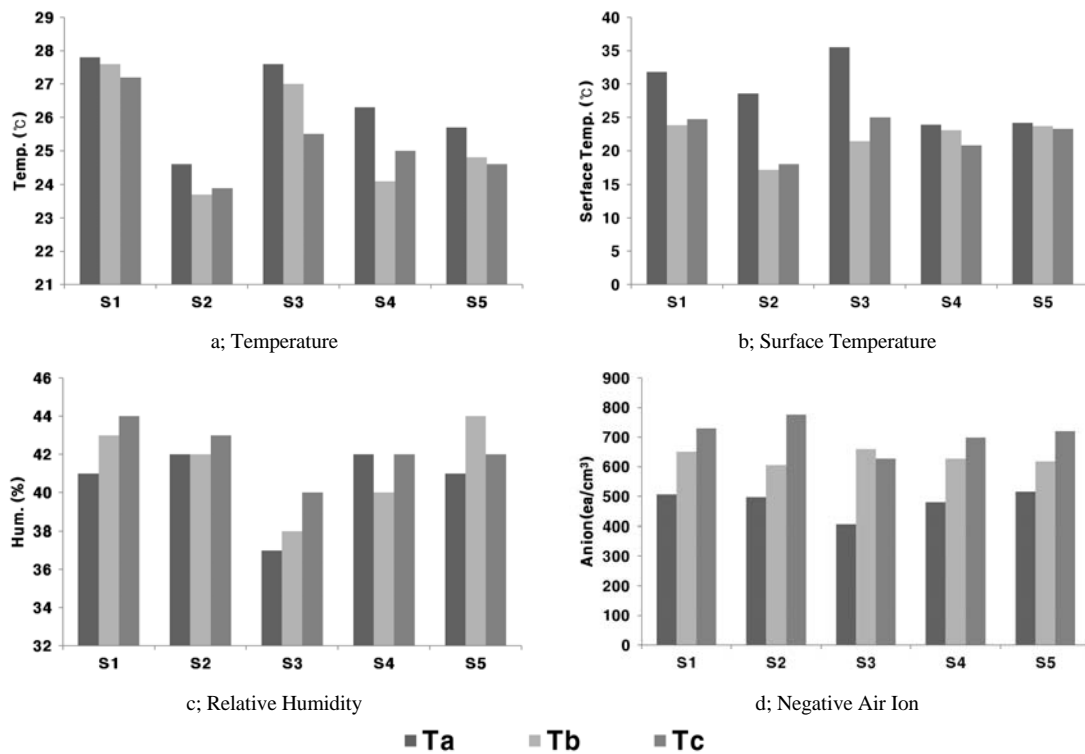


Fig. 3. Meteorological elements and anion measurement results of buffer green in Fype S.

있으며, T_c (601 ea/cm^3) > T_b (556 ea/cm^3) > T_a (427 ea/cm^3) 순으로 도로에서 멀어질수록 높아지는 경향이 있었다. T_c , T_b 지점의 경우 일반적으로 도심지에 분포한다고 알려진 음이온 550 ea/cm^3 (Jeon과 Jo, 2009) 보다 상회하는 수치로 측정되었으나, 도심지 녹지에서 발생하는 음이온 (Yoon 등, 2012; Kim 등, 2012) 보다 낮은 수준이었다.

3.2.2. 사면형 완충녹지

Type S에서의 기상요소 측정결과(Fig. 3), 기온의 경우 T_a (26.40°C) > T_b (25.44°C) > T_c (25.24°C) 순으로 측정되었다. 표면온도의 경우 T_a (28.80°C) > T_b (21.84°C) > T_c (22.36°C) 순으로 측정되었으며, 이는 Type F 녹지와 마찬가지로 T_b 지점의 경우 완충녹지 내부 측정지점으로 수목에 의한 일사차폐의 영향으로 표면온도가 가장 낮았으며, T_a 지점의 경우 도로변으로 수목에 의한 일사차폐의 영향이 거의 없어 표면온도가 가장 높은 것으로 판단되었다. 상대습도의 경우 T_b (43%) > T_c (42%)

> T_a (41%) 순으로 측정되어 기온과는 반대의 경향인 것으로 측정되었다. 이는 기온과 상대습도의 경우 고온역에서는 저습역이, 저온역에서는 고습역이 형성된다는 선행연구와 일치하는 경향이 있었다 (Yoon 등, 2007). 또한 도로변의 경우 자동차 배기열, 토로피복에 의한 복사열이 강하기 때문에 도로변에서 측정된 기온이 높은 것으로 판단되었다.

Type S 완충녹지의 음이온 측정결과 평균음이온 측정값은 626 ea/cm^3 로 측정되었으며, T_c (758 ea/cm^3) > T_b (636 ea/cm^3) > T_a (472 ea/cm^3) 순으로 도로에서 멀어질수록 높아지는 경향이 있었다.

3.2.3. 마운딩형 완충녹지

Type M의 기상요소 측정결과(Fig. 4), 기온의 경우 T_a (25.06°C) > T_b (24.18°C) > T_c (23.38°C) 순으로 측정되었으며, 표면온도의 경우 T_a (24.50°C) > T_c (23.00°C) > T_b (22.83°C) 순으로 측정되었다. 그러나 Type M 완충녹지의 경우 다른 유형에 비하여 식재밀도, 녹적량

이 높게 측정되었으며, 수관폭이 넓어 도로변까지 수목에 의한 일사차폐가 이루어져 측정위치의 차이에 따른 표면온도의 차이는 크게 나타나지 않았다. 상대습도의 경우 T_c (46%) > T_b (44%) = T_a (44%) 순으로 측정되어 기온과 반대되는 경향으로 측정되었다. 이는 다른 유형과 마찬가지로 수목, 건물에 의한 일사차폐의 영향이 큰 것으로 판단되었다.

Type M의 음이온 측정결과 평균음이온 측정값은 646 ea/cm^3 로 측정되었으며, T_c (779 ea/cm^3) > T_b (640 ea/cm^3) > T_a (510 ea/cm^3) 순으로 도로에서 멀어질수록 높아지는 경향이였다.

3.4. 통계분석 결과

3.4.1. 상관분석

송파구 완충녹지 내에서 측정된 기상요소와 음이온의 상관분석 결과(Table 1.), 음이온 농도는 기온과는 정의 상관관계, 상대습도와는 부의 상관관계에서 고도의 유의성이 인정되었다. 이는 산림기후에 따른 음이온 발생량

에 관하여 음이온과 기온, 습도는 각각 기온의 경우 정의 상관, 습도의 경우 부의 상관이며, 자연녹지의 기상요소 중 상대습도의 경우, 일정 상대습도를 초과하게 되면 음이온의 발생이 줄어든다(Shin, 2012)는 결과와 동일한 경향이였다. 녹지내부에서 수목의 광합성 필수 조건의 경우 일사량이 필수조건으로 일사가 높을수록 기온은 상승하고, 낮은 상대습도는 식물의 증발산속도가 높아지며(Kim과 Park, 2001) 상대습도가 낮고 바람이 충분할 때 증산량이 증가하고, 식물의 수분과 양분흡수 및 광합성이 촉진된다(Lee 등, 2011)는 보고를 종합해보면, 일정 범위 내에서 기온은 높을수록, 상대습도는 낮을수록 식물의 광합성이 촉진되어 음이온 농도가 높아진다는 것을 알 수 있었다.

3.4.2. Duncan's Multiple Rang Test

기상요소와 음이온의 DMRT 결과(Table 2.), 풍속, 표면온도의 경우 물리적 구조에 따른 차이의 유의성은 나타나지 않았으나, 기온의 경우 Type F > Type M > Type S 순으로, 상대습도와 음이온의 경우 Type M =

Table 1. Result of the correlation analysis on meteorological and anion by statistical analysis using correlation analysis

		Wind Speed	Temperature	Relative Humidity	surface temperature	intensity of light
Temperature	Correlation coefficient	-.073				
	significance probability	.788				
Relative Humidity	Correlation coefficient	-.263	-.353			
	significance probability	.325	.180			
surface temperature	Correlation coefficient	.192	.407	.106		
	significance probability	.476	.117	.695		
intensity of light	Correlation coefficient	.326	.244	.115	.395	
	significance probability	.217	.362	.672	.130	
Anion	Correlation coefficient	-.058	.526*	-.645**	.313	-.180
	significance probability	.830	.036	.007	.237	.504

*. $p < 0.05$; **. $P < 0.01$

Table 2. Result of the Duncan's Multiple Rang Test on meteorological and anion by statistical analysis using Duncan's multiple rang test

	Wind Speed	Temperature	Relative Humidity	surface temperature	intensity of light	Anion	Planting density	Green coverage	GVZ
Type F	0.92ab	23.90a	48.00a	20.12a	278.60a	556.40b	0.15ab	103.00a	3.12a
Type S	1.35a ^z	25.44a	41.00b	21.84a	428.00a	632.40a	0.12b	96.52a	2.65a
Type M	0.56b	24.66a	45.20ab	22.66a	64.80a	645.24a	0.24a	115.85a	3.45a

^zMeans followed by different letters indicate significant difference

Type S > Type F 순으로 높은 것으로 측정되어 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 녹지특성과 완충녹지내부 음이온 측정값의 DMRT 결과 식재밀도, 녹피율, 녹적량에서의 유의성이 모두 인정되어 Type M > Type S = Type F 순으로 녹지의 질이 높은 것으로 판단되었다. 이상의 결과를 종합해 보면 완충녹지의 물리적 구조의 경우 Type M 과 Type S의 식재밀도, 녹피율, 녹적량이 Type F 대비 높은 수준으로 식재구조가 음이온 발생량에 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 그러나, 국유림 자연녹지 내 숲 구성인자 중 토양수분과 음이온이 정의 상관관계로 고도의 유의성이 인정되었다는 연구결과(Um 과 Kim, 2010)로 미루어 볼 때, 음이온 발생량은 식물의 광합성, 증산작용 뿐만 아니라 다른 물리적 요인이 영향을 미칠 수 있으므로 측정 시 다양한 변수를 고려해야 할 것이다. 또한 식물의 광합성에 의한 증산작용에 의하여 음이온이 발생하지만, 증산작용에 의한 상대습도의 증가에 따른 음이온농도의 경우 미미한 수준이므로(Park 등, 1999; Yoon 등, 2012) 이에 대한 추후 연구가 이루어져야 할 것이다. 특히 본 연구에서는 주변 건물에 의한 영향을 고려하지 않은 채 녹지특성에 따른 연구가 진행되었으므로 향후 이를 고려한 추후 연구가 더 수행되어야 할 것이다.

4. 결론

본 연구는 자동차 배기가스, 생물학적 부유물질 등에 의한 대기 오염을 정화하는데 긍정적인 효과를 기대할 수 있는 음이온을 중심으로, 완충녹지의 조성 유형에 따른 녹적량을 측정하고 음이온 발생량을 측정하여 대기오염저감 및 공기정화를 고려한 가로녹지조성 모델에 있어 기초자료로 제시하고자 하였다.

분석결과, 송파대로의 완충녹지를 물리적 구조로 구분하여 비교하였을 때, 녹지특성의 경우 녹적량의 경우 Type M > Type S > Type F 순으로, 식재밀도의 경우 Type M > Type S > Type F 순으로 녹적량과 동일한 경향이었다.

완충녹지 내부에서 측정한 음이온 평균값의 경우, Type M > Type S > Type F 의 순으로 측정되어 녹지 특성은 음이온 발생량에 영향을 미친다는 것을 예측할 수 있었다.

유형별 완충녹지 내 3개 지점(T_a, T_b, T_c)의 음이온 측정결과 물리적 구조에 상관없이 도로 반대편(T_c) > 녹지 내부(T_b) > 도로변(T_a) 순으로 음이온농도가 낮은 것으로 측정되었다. 이는 녹지에서 발생한 음이온이 도로에서 발생한 오염물질과 반응하여 가장 낮은 것으로 판단되었다. 기상요소와의 상관성 분석결과 기온과는 부의 상관, 상대습도와는 정의 상관인 것으로 분석되었다. DMRT 결과 음이온 측정값과 녹피율, 녹적량, 기온, 상대습도, 광도의 경우 유의성이 인정되었다.

이상의 결과를 종합해 보면 완충녹지의 물리적 구조의 경우 Type M과 Type S의 경우 식재밀도, 녹피율, 녹적량이 Type F에 비하여 더 높은 수준이었다. 아울러 Type M과 Type S에서 기온의 경우에도 상대적으로 높고, 상대습도는 상대적으로 낮아 식물의 광합성이 Type F보다 활발하여 음이온 농도가 높게 측정된 것으로 판단되었다. 그러나 완충녹지 특성상 주변 건물에 의한 영향과 주변 조경식재지에 의한 영향을 배제할 수 없었다. 추후 측정지점의 다양화, 변수의 확충, 계절별 반복 측정을 통하여 물리적 구조에 따른 음이온의 차이, 녹지의 질의 차이에 따른 음이온의 차이를 명확히 규명해야 할 것이다.

참고문헌

- Byon, H. O., Han, B. H., Ki, K. S., Jung, J. M., 2012, Improvement on street greenery for the landscape specialization and increase of green volume on the streets of seoul, J. Kor. Institute of Landscape Architecture, 40(2), 35-46.
- Han, B. H., Kwak, J. I., Kim, H. S., 2013, Influence factors of street environment for provision and management of street green, Korean J. Environ. Ecol., 27(2), 253-265.
- Happ J. W., Harstad J. B., Buchanan L. M., 1966, Effect of air ions on submicron T1 bacteriophage aerosols, Applied and Environmental Microbiology, 14(6), 888-891.
- Hong, S. H., Yang, S. J., Choi, S. H., Baek, J. B., Lee, S. D., 2012, Growing characteristics of shrub in the planting strip of street, Busan city, Korea, Kor. J. Env. Eco., 26(2), 257-263.
- Jacob G., Orna B., Nissim L., Shmuel B., Ilana E., 1990, Effect of ionization on microbial air pollution in the dental clinic, Environmental Research, 52(1), 99-106.
- Jeon, K. S., Jo, Y. B., 2009, Studies on the content of the anion of in forest. Pro. Kor. Institute of Forest Recreation. Con., 15-17.
- Jin S. U., 2005, Anion and Well-bing. 1st ed., Hanja Engineering Inc., Korea, 45-68.
- Jung, S. H., Kim, D. H., 2011, A study on atmospheric environment as a function of mainly carbonyl compounds in green buffer zone, Pro. Kor. Soc. Odor Research and Engineering Con., 56-59
- Kang, W. M., Park, C. R., 2011, quantitative analysis of seoul green space network with the technology transfer workshop of air purification experimental methods of garden plants application of graph theory, Kor. J. Env. Eco., 25(3), 412-420.
- Kellogg E. W., Yost M. G., Barthakur N., Kreuger A. P., 1979, Superoxide involvement in the bactericidal effects of negative air ions on Staphylococcus albus, Nature, 281, 400-410.
- Kim S. H., Hong Y. S., 2008, Metrics seek draft of green space in the city-related side, Conference of Korea Society of Landscape Resources, 58-61.
- Kim, J. H., Oh, D. K., Yoon, Y. H., 2012, Anion concentrations of urban regeneration stream through multiple regression analysis: targeting Cheonggyecheon in Seoul, Seoul Studies, 13(3), 37-46.
- Kim Y, H., Park H. S., 2001, Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by relative humidity and photosynthetic photon flux under artificial lighting, J. of Biosystems Eng., 26(4), 379-384.
- Kim, Y. Y., Lee, K. J., Choi, J. W., Han, B. H., 2008, Planting improvement and contribution to greenspace function by use of roadside buffer greens; in the case of songpadearo and Nambusunwhanno in Songpa-gu, Seou, J. Kor. Institute of Landscape Architecture, 36(3), 39-51.
- Lee, A. S., Cho. Y. S., Kim, T. B., Ham, J. K., Sa, J. G., Shin, J. C., 2011, Analyzing the effect of climatic variables on growth and yield of rice in Chuncheon region, Korean J. Crop Sci., 56(2), 99-106.
- Lee, K. J., Han, B. H., Park H. A., Choi J. W., 2008, Planting plan for improvement of buffer green space function in the vicinity of Railroad in seashore reclaimed land - a case study of buffer green space, Ansan City, Kor. J. Env. Eco., 22(6) 691-706.
- Lee, D. W., Lee. K. J., Han, B. H., Jang J. H., 2012, Change of green space arrangement and planting structure of apartment complexes in Seoul, J. Kor. Institute of Landscape Architecture, 40(4), 1-17.
- Lee S. H., Lee, K. J., Lee, S. D., 2005, Imprpvement of ecological plant stucture and establishment of green network in case of Nowon-gu Seoul, J. Kor. Planners Association , 40(2), 145-169.
- Lee, J. H., Yoon P. S., 2003, A Study on efficiency and mechanism of removing indoor pollutants used anion generated by indoor plants, J. Kor. Soc. Plants People and Environment, 6(4), 81-92.
- Mitchell B. W., King D. J., 1993, Effect of negative air ionization on airborne transmission of newcastle disease virus, American Association of Avian Pathologists, 38(4), 725-732.
- Oh, K. S., D. W., Lee, S. H., Jung, C. S., Park, 2009, A spatial decision support system for establishing urban ecological network ; based on the landscape ecology theory, J. GIS Association of Korea, 17(3), 251-259.
- Park, S. H., Lee, Y. B., Bae, G. Y. D., Kondo Mitsuo,

- 1998, Anion evolution in plants and its involved factors, *J. Kor. Soc. Hort., Sci.*, 39(1), 115-118.
- Park, E. Y., Yoo, B. R., 2004, Design and planning criteria for the green buffer zone, *J. Kor. Institute of Landscape Architecture*, 31(2), 25-35.
- Pohl W., Schulze H. D., Grobmann M., 1984, Gutachten: werte für die landschaftplanung - grunvolumenzahl und bodenfunktionzahl, *Schriftenreihe der Umweltbehörde Hamburg*.
- Shin, W. S., Yeoum, P. S., Kim, H. K., Lee J. H., 2012, Amount of a negative ions by forest climates, *J. Kor. Institute of Forest Recreation*, 16(4), 125-131.
- Um, T. W., Kim, G. T., 2010, Correlations between concentrations of negative ions and forest type, and site factors at national forests in Yangyang-gun, Kor. *J. Env. Eco.*, 24(5), 539-546.
- Yoon Y. H., Bae B. H., Kim, W. T., Park, B. J., Jo, S. M., Cho, H. S., 2007, Effects of land use pattern on urban heat island in chungju city, *J. Environmental Science*, 16(9), 1063-1069.
- Yoon, Y., H., Oh, D. K., Kim, J. H., 2012, An analysis of anions distribution and correlation by biotope types in summer for pleasant urban Environment, *J. Kor. Urban Design insitute of Korea*, 13(1), 51-62.