

숲의 찬바람을 활용한 바람길에 의한 도시공간의 미세먼지 저감 및 열섬화 완화

- 포항시를 대상으로 -

정운근* · 김건우**

*한양대학교 도시대학원 박사과정 · **한양대학교 도시대학원 교수

I. 서론

최근 미세먼지의 발생과 도시 열섬화에 대한 인식이 확대되면서 환경에 대한 국민적인 관심이 높아지고 있으며, 미세먼지와 도시열섬화 문제의 해결방법으로 바람길에 대한 관심과 연구가 증가하고 있다.

바람길은 도시에서 흐르는 바람의 길을 일컫는 것으로, 도시 외곽 산림에서 야간에 생성되는 차고 신선한 공기를 도심의 중심까지 흐르게 하여 공기 순환을 촉진함으로써 대기 오염 및 열환경 개선에 도움을 주는 역할을 한다(Eum *et al.*, 2019). 찬 공기는 지표면에서 일어나는 에너지 전환, 즉 복사 냉각 때문에 만들어지는 낮은 온도의 공기를 말하고(Verein Deutscher Ingenieure, 2003), 보통 구름이 없는 맑은 밤에 잘 생긴다. 찬 공기는 교목이 많은 숲에서 보다는 들판이나 목초지에서 잘 발생하지만, 산림지역은 찬공기가 비탈을 타고 마을로 내려올 수 있어 바람길로 이용하기에는 더 적합하다(Mosimann *et al.* 1999). 우리나라는 국토면적의 63%가 산림인데 대부분의 도시 주변에 산지가 있어 바람길을 이용해 도심 열섬과 열대야를 완화할 수 있는 좋은 조건을 가지고 있다.

찬바람 생성관련 선행연구에 의하면 찬바람 생성은 일몰 후 복사열 냉각이 시작되는 시점인 20시에 시작하여 다음날 일출 전인 04~06시에 가장 많은 것으로 나타났다(G. Schädler 1996). 나무는 광합성과 호흡을 통해 밤이 되면 차가운 산소를 내뿜기 때문에 숲의 공기는 시가지보다 5°C에서 9°C 가량 더 차갑다. 이 차갑고 무거운 신선한 숲의 공기가 밤에 계곡을 타고 내려와 시가지의 덥고 오염된 공기를 밀어 올리면서 도시내 대기 오염 물질을 도시 외곽으로 확산시킨다.

포항지역의 산업구조는 철강산업과 관련된 회색 인프라 및 공장들이 밀집되어 연간 대기오염물질을 다량 배출하여 국지적인 대기질을 악화시키고 있어 공중보건상 위해를 유발시키고 있다. 특히 주거 및 공단지역과의 밀집성으로 인하여 지역 주민들이 체감하는 환경질의 수준은 악화되고 있다(정중현 외, 2012). 또한 공단지역에서 가까운 구 시가지에서는 공기의 정체로 인해 대기의 오염과 도시열섬화현상이 가중되고 있는 실정이다. 특히 도시외각 숲으로부터 발생되어 포항시내로 들어오는 찬바람이

구도심으로 들어가지 않고 형산강 폭 약 450m를 통해 바다로 흘러 나갈 것으로 추정된다. 이에 본 연구에서는 포항시를 대상으로 시가지의 바람유동 현황을 분석하고, 공간적인 특성을 고려한 시물레이션을 통하여 첫째, 야간 시간대에 숲에서 생성된 찬바람이 계곡이나 하천을 따라 도시 내부로 유입되는 풍속과 풍향을 확인, 둘째, 건물의 영향을 받아 찬공기의 흐름이 차단되는 곳은 없는지 확인, 셋째, 넓은 형산강을 통해 유입된 찬바람이 빠르게 빠져 나가지는 않는지 확인, 넷째, 찬공기에 밀려 미세먼지와 더운 공기가 도시 외부로 빠져 나가는 것을 확인, 다섯째, 찬공기의 유속을 제어하고 또한 찬공기담 설치 위치와 공간을 파악 등을 통하여 숲에서 생성된 신선한 찬공기가 도시 내부로 유입되는 바람의 이동을 더욱 원활하게 하기 위해 바람길을 조성함과 동시에 디담·확산 숲과 찬 공기담을 조성할 필요가 있을 것으로 판단되어, 계획을 제시하고자 한다. 찬공기담이란 찬공기를 생성하고 저장하고 확산할 수 있는 녹지공간을 말한다(김수봉 외, 2005). 본 연구의 목적은 숲의 찬바람을 활용한 바람길에 의한 도시공간의 미세먼지를 저감하고, 도시열섬현상을 완화하며, 도시기후를 보전하여 쾌적한 도시공간을 창출하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 미세먼지

첫째, 미세먼지는 다양한 원인에 의해 발생되고 있으며, 찬바람에 의해 제거가 가능한 미세먼지와 그렇지 않은 미세먼지를 구분하여 각 미세먼지의 특성별로 대응방법에 대하여 자동기상 관측 장비를 통해 조사한다.

둘째, 찬바람에 의한 미세먼지 저감효과에 대해서는 위치별, 내용별 찬바람의 이동 속도와 미세먼지의 저감효과 등을 자동기상 관측 장비를 통하여 조사한다.

2. 도시공간 열섬화

첫째, 도시 지역에서 발생하는 열섬 현상. 도시 지역은 건축물 증가·에너지 소비 증가·바람 차폐 등으로 인해 일사 에너지가 저장되므로, 포항시의 도시열섬 특징을 자동기상 관측 장비를 통하여

분석한다.

둘째, 찬바람에 의한 열섬화 완화 효과에 대해서는 위치별, 내용별 찬바람의 이동 속도와 열섬화 완화 등을 자동기상 관측 장비를 통하여 조사한다.

3. 미세먼지 및 도시공간 열섬화 공통

첫째, 도시공간을 건축유형(주택, 상가, 공장)별, 형태를 수집하여 DATA베이스화 한다. 분류된 형태의 위치별 열섬화 현상시의 온도와 미세먼지의 분포도를 작성하여 데이터화 시킨다.

둘째, 설정된 도시공간에 지점별 자동기상관측장비(Vantage Vue) 설치를 통해 기상정보(풍속, 풍향, 온도, 습도)의 시간별 정보를 측정하되, 미세먼지 농도가 비교적 높은 봄·겨울과 열섬화가 발생하는 여름, 각 20일, 총 3회 실시한다.

셋째, 광역적인 찬바람 형성과 유동을 분석하는 도시미기후 모델 중 본 연구에서는 도시의 공간적인 특성에 따라 바람유동을 분석하기에 적합하다고 판단되는 ENVLmet, MUKLIMO, KLAM21 등 3가지를 사용한다.

다음 3 가지 분석기기로는 첫째, ENVLmet는 Michael Bruse(독일 Mainz 대학)에 의해 1998년에 개발된 것을 사용한다(김중권, 2010). 둘째, MUKLIMO(Micro-scale Urban Climate Model) 미세규모의 바람유동 예측 수치모델로 Sievers and Zunkowski(1986)에 의해 초기에 2차원 모델을 사용한다(박지혜, 2006). 셋째, KLAM21, 도시미기후모델은 독일 기상청에서 만든 찬바람 유동, 축적 모델링으로 찬바람에 대한 이차원 시뮬레이션을 통해 측정한다(Sievers, U 2007, 37).

넷째, 찬바람의 이동에 의한 미세먼지의 저감과 열섬화 완화를 규명한다.

본 연구에서는 기본적인 평가는 찬바람의 이동의 강·약에 따른 미세먼지의 저감과 열섬화 완화 유무의 정도를 시뮬레이션을 통하여 밝혀내고, 강한 찬바람을 공기가 정체된 곳으로 유도할 수 있는 방안을 도출한다.

III. 예측되는 결과 및 활용방안

1. 예측되는 결과

- 1) 시뮬레이션을 통하여 시각적으로 미세먼지의 흐름과 강약의 유무를 파악한다.
- 2) 야간 시간대에 찬공기가 산에서 형성되어 계곡이나 하천을 따라 흘러가서 도시 내부로 유입되는 것을 파악한다.
- 3) 많은 양의 찬공기가 생성되어도 건물의 영향을 받아 찬공기의 흐름이 차단되는 것을 파악한다.
- 4) 형산강의 폭 약 450m를 통해 도시공간에 유입된 찬바람이 빠른 속도로 빠져 나가는 것을 확인한다.
- 5) 찬공기에 밀려 미세먼지와 더운 공기가 도시 외부로 빠져 나가는 것을 확인한다.

2. 활용 방안

- 1) 도시근처의 숲의 찬바람을 이용한 도시공간의 미세먼지 저감 및 열섬화를 완화 가능.
- 2) 새로운 도시계획에 있어 바람길의 디자인이 가능하여 쾌적하고 시원한 도시공간의 디자인이 가능.
- 3) 기존 도시에도 찬바람 시뮬레이션을 통해 얻은 결과를 토대로 막힌 곳은 열어주고, 유속이 빠른 곳은 정체된 곳으로 유도 가능.
- 4) 찬공기의 유속을 제어하여 정체된 곳으로 유도하고, 또한 찬공기땀 설치 규모와 위치 등 설정 가능.

3. 기대 효과

- 1) 포항시 도시공간의 미세먼지 저감.
- 2) 포항시 도시열섬화 완화.
- 3) 신선하고 쾌적한 생활환경 조성.

IV. 결론

도시외곽의 대규모 산림에서 생성되어 공급되는 숲의 찬바람은 바람길을 통해 도시로 유입되어 미세먼지 저감과 도시 열섬화 완화를 도모할 수 있고, 또한 숲의 찬바람은 유익하고 중요한 자원으로써 지속적인 활용이 가능한 특징이 있다. 따라서 도시의 바람길 계획을 통해 효율적인 이용이 가능토록 도시 내의 거점 숲인 디딤 숲과 확산 숲, 생성 숲과 거점 숲을 연결하는 숲 등을 만들어 쾌적한 도시환경을 만들 수 있다. 또한 도시계획과 도시재생 사업에 있어 도입이 되어야 할 대상이며, 법적인, 제도적인 개선이 체계적이고 광범위하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김수봉, 정응호(2005). 친환경적 도시건설을 위한 바람길 도입 기초 연구. 대구경북연구원, p.54.
2. 김중권(2010). 도시공원 조성에 따른 미기후 환경 변화 분석 - 대구광역시를 사례로 -. 계명대학교 대학원 석사 학위논문.
3. 박지혜(2006). 공동주택단지개발에 따른 바람길형성 평가. 계명대학교 대학원 석사학위논문.
4. 정중현, 이형돈, 손병현(2012). 포항지역의 바람권역 분석에 따른 대기 측정망 위치 평가. 한국산학기술학회 논문지 13(4):1931-1938.
5. Eum, J-H, J-H, Oh, J-M, Son, K, Kim, J-B, Baek and C, Yi(2019). Analysis schemes of wind ventilation forest types - A case study of Daegu Metropolitan City -. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 22(4): 12-23.
6. Schädler, G. and A. Lohmeyer(1996). Kaltluft-und Windfeld-Berechnungen Für den Raum Stuttgart im Zusammenhang mit der Planung Für das Projekt "STUTTGART21". Stuttgart:Landes hauptstadt Stuttgart.
7. Siever, U. (2007). Das Kaltluftabflussmodell KLAM21. Deutsche r Wetterdienst. 37.
8. Mosimann, T., T. Frey and P. Trute(1999)Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung/. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 19(4): 201-276.
9. Verein Deutscher Ingenieure(2003) Environmental meteorology local cold air. VDI Guideline 3787(Part 5). Berlin: Beuth Verlag.