

겨울철 도시공원 수목 피해 및 관리 인식 분석

- 서울시 도시공원 관리 공무원을 대상으로 -

Perceptions of Winter Tree Damage and Management in Urban Parks

- A Survey of Urban Park Management Officials in Seoul -

김효준*, 최동아**

*한양대학교 도시대학원 도시·지역개발경영학과 박사과정 수료, **한양대학교 도시대학원 도시·지역개발경영학과 조교수

Kim, Hyojun*, Choi, Dong-Ah**

*Ph.D. Candidate, Dept. of Urban and Regional Development Management, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University

**Assistant Professor, Dept. of Urban and Regional Development Management, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University

Received: June 15, 2026

Revised: June 24, 2026 (1st)
July 20, 2026 (2nd)

Accepted: July 20, 2026
3인익명 심사됨

Corresponding author :

Dong-Ah Choi

Assistant Professor, Dept. of
Urban and Regional
Development Management,
Graduate School of Urban
Studies, Hanyang University,
Seoul 04763, Korea
Tel.: +82-2-2220-0273
E-mail: dachoi@hanyang.ac.kr

국문초록

겨울철 기상 변동성과 제설제 사용 등으로 도시공원 수목의 피해 위험이 커지고 있으나, 실제 피해 양상과 관리상의 어려움을 파악할 수 있는 기초자료는 충분히 축적되어 있지 않다. 본 연구는 서울특별시 도시공원 관리 담당자의 겨울철 수목 피해 인식을 분석하고, 관리 우선순위와 현장 관리상의 제약요인을 파악하는 데 목적이 있다. 이를 위해 서울특별시 도시공원의 운영 및 관리 업무를 담당하는 공무원을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 설문은 겨울철 수목 피해 인식, 피해 유형별 심각도 및 취약 수종군 인식, 관리대책의 중요도 및 성과도, 행정적·구조적 제약요인과 시민 안전 관련 인식으로 구성하였다. 수집된 응답은 기술통계, 피해 유형별 인식 차이 검정, 중요도-성과도 분석(IPA), 자유응답 내용분석을 통해 분석하였다. 분석 결과, 응답자 다수가 최근 겨울철 기상 상황을 수목 생육의 주요 위협요인으로 인식하고 있었으며, 겨울철 수목 관리의 중요성이 높아졌다는 인식도 뚜렷하게 나타났다. 피해 유형별 심각성 인식에는 유의한 차이가 있었으며, 습설 및 염해 피해가 상대적으로 심각하게 평가되었다. 취약 수종군에 대한 인식은 피해 유형에 따라 다르게 나타났는데, 습설 피해는 상록침엽수, 상열 피해는 낙엽활엽수, 건조 피해와 염해 피해는 관목류에서 취약성 인식이 높았다. IPA 분석 결과 폭설·강풍 대비 전정·가지치기와 염해 예방 및 제설제 관리는 유지·강화 영역에, 겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급은 집중 개선 영역에 위치하였다. 행정적·구조적 제약요인으로서는 예산 확보, 타 부서 협조, 실무 매뉴얼 부재에 대한 어려움이 높게 인식된 반면, 현장 인력의 충분성과 실무 대응 능력은 낮게 평가되었다. 본 연구는 서울특별시 도시공원 관리 공무원의 인식을 바탕으로 피해 유형별 취약 수종군, 관리 우선순위 및 행정적·구조적 제약요인을 종합적으로 검토함으로써, 겨울철 수목 피해를 개별 수목의 생육 문제에 국한하지 않고 도시공원 안전관리와 유지관리 체계 전반의 관리 과제로 논의하였다는 점에서 의의가 있다.

주제어: 기상 변동성, 수목 생육, 습설, 염해, 취약 수종군

ABSTRACT

Winter weather variability and the use of deicing agents are increasing the risk of tree damage in urban parks; however, sufficient baseline data have not yet been accumulated to identify actual damage patterns and management difficulties. This study aimed to analyze perceptions of winter tree damage among public officials responsible for urban park management in Seoul and to identify management priorities and constraints in field management. To this end, a questionnaire survey was conducted among public officials responsible for the operation and management of urban parks in Seoul. The questionnaire covered perceptions of winter tree damage, perceived severity by damage type and vulnerable tree groups, the importance and performance of management measures, administrative and structural constraints, and perceptions related to public safety. The collected responses were analyzed using descriptive statistics, tests of differences in perceptions among damage types, importance-performance analysis (IPA), and content analysis of open-ended responses. The results showed that a majority of respondents perceived recent winter weather conditions as a major threat to tree growth and clearly recognized that the importance of winter tree management had increased. Significant

differences were found in perceived severity among damage types, with wet snow damage and salt damage evaluated as relatively severe. Perceptions of vulnerable tree groups also differed by damage type: evergreen conifers were perceived as vulnerable to wet snow damage, deciduous broad-leaved trees to frost cracking, and shrubs to drought and salt damage. The IPA results indicated that pruning and branch trimming in preparation for heavy snow and strong winds, as well as salt damage prevention and deicing agent management, fell within the “Maintain and Reinforce” quadrant, whereas the provision of winter tree management manuals fell within the “Concentrate Here” quadrant. Among the administrative and structural constraints, difficulties in securing budgets, obtaining cooperation from other departments, and the absence of practical manuals were perceived as substantial, while the sufficiency of field personnel and their practical response capacity were rated low. Based on the perceptions of public officials responsible for urban park management in Seoul, this study comprehensively examined vulnerable tree groups by damage type, management priorities, and administrative and structural constraints. This study is significant in that it addresses winter tree damage not merely as a problem affecting the growth of individual trees, but as a broader management issue involving urban park safety and the overall maintenance system.

Keywords: Weather Variability, Tree Health, Wet Snow, Salt Injury, Vulnerable Tree Groups

1. 서론

1.1 연구 배경

도시공원 수목은 도시경관 형성, 대기환경 개선, 열섬현상 완화 등 다양한 공익적 기능을 수행하는 녹색 인프라이다. 도시 수목과 녹지는 도시 온도 저감에 기여하며, 도시공원은 주변 시가지에 비해 낮은 온도를 형성하여 열섬 완화 기능을 수행하는 것으로 보고되고 있다(Kumar et al., 2024). 최근 기후변화와 도시환경 변화로 인해 겨울철 기온 변동성이 확대되고 있으며, 이상고온 이후의 급격한 기온 저하, 폭설, 겨울철 건조, 제설제 사용 등 도시공원 수목 생육에 영향을 미치는 환경 요인이 복합화되고 있다. 국내에서도 장기간의 겨울철 기온 변화와 한파 발생 양상의 변화가 확인되고 있으며(전미정과 조용성, 2015), 겨울철 제설제 사용 또한 도시 수목의 생육 저하와 염류 스트레스를 유발할 수 있는 주요 도시환경 요인으로 보고되고 있다(Equiza et al., 2017; Miron et al., 2022). 겨울철 기상재해로 인한 수목 피해는 단순한 생육 저하에 그치지 않고, 도시경관 훼손, 유지관리 비용 증가, 공원 이용자의 안전사고 위험 등 사회적 문제로 연결될 수 있다. 특히 폭설로 인한 가지 파손과 도복은 공원 이용자의 안전과 직접적으로 관련될 수 있으므로, 겨울철 수목 피해에 대한 예방적 관리와 체계적인 대응의 중요성이 커지고 있다. 실제로 2024년 11월 서울·경기지역 폭설은 가로수와 공원 수목의 전도 및 가지 파손 피해로 이어졌으며, 피해 수목 처리 과정에서 재난관리기금과 예비비가 투입되었다(연합뉴스, 2024). 이는 겨울철 수목 피해가 공원·녹지의 안전관리와 복구 행정 부담으로 확대될 수 있음을 보여준다. 한편, 겨울철 도시공원 수목 피해는 기상 상황에 따라 급작스럽게 발생하는 경우가 많아, 현장에서는 공원 이용자의 통행 안전 확보를 위해 피해목 정비가 우선적으로 이루어진다. 이 과정에서 피해 위치, 수종, 피해 정도 등이 세부적으로 기록되기보다는 조치 결과 중심의 자료가 남는 경우가 많아, 겨울철 수목 피해의 발생 특성과 관리 현황을 객관적으로 파악할 수 있는 기초자료가 충분히 축적되어 있지 않다.

이에 본 연구는 체계적인 실피해 자료가 충분히 축적되지 않은 상황에서, 겨울철 수목 피해를 직접 경험하거나 관련 업무를 수행한 서울시 도시공원 관리 공무원의 인식을 우선적으로 조사하였다. 이를 통해 현장에서 인식되는 주요 피해 요인, 피해 유형별 심각성, 관리대책의 중요도와 성과도, 관리상의 제약요인을 파악하고, 향후 겨울철 수목 피해 예방과 도시공원 관리체계 개선을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2 연구 목적

본 연구는 서울시 도시공원 관리 공무원을 대상으로 겨울철 도시공원 수목 피해에 대한 인식을 분석함으로써, 관리 현장에서 우선적으로 인식되는 피해 요인과 겨울철 수목 관리상의 제약요인을 파악하는 데 목적이 있다. 특히 겨울철 수목 피해가 수목 생육 문제에 그치지 않고, 도시공원 유지관리, 시민 안전, 예산·인력 운영 및 부서 간 협력체계와 어떻게 연결되어 인식되는지를 검토하고자 하였다.

이에 본 연구는 다음의 세 가지 연구문제를 중심으로 분석을 수행하였다. 첫째, 겨울철 기상 변화 및 피해 유형

에 대한 관리 담당자의 위협 인식과 관리 중요성 인식 수준을 파악하고, 동해·냉해, 상열, 건조, 습설, 염해의 피해 유형 간 심각성 인식 차이를 분석하였다. 둘째, 겨울철 수목 피해 예방을 위한 관리대책 항목별 중요도와 성과도 인식 간 차이를 검토하고, 이를 바탕으로 우선적 개선이 필요한 관리 영역을 도출하였다. 셋째, 겨울철 수목 관리 과정에서 인식되는 행정적·구조적 제약요인이 응답자의 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따라 어떠한 차이를 보이는지 검토하였다. 이러한 세부 연구목적에 대한 분석을 통해 본 연구는 겨울철 도시공원 수목 피해를 인식 요인, 관리 우선순위, 행정적·구조적 여건이 함께 작용하는 복합적 관리 과제로 파악하고, 사전 예방적 관리체계로의 전환을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

1.3 선행연구

1.3.1 기후변화와 겨울철 도시환경 변화

기후변화와 겨울철 도시환경 변화에 관한 선행연구를 살펴보면, 기후변화는 겨울철 기온 및 극한기상 양상에 영향을 미치며, 도시화는 도시 열환경과 미기후 조건을 변화시키는 요인으로 작용한다. 전미정과 조용성(2015)은 우리나라 25개 관측소의 겨울철 기온 변화를 분석하고, 극한기온지수와 한파 발생빈도를 검토하였다. 그 결과, 전반적인 겨울철 기온 상승 경향에도 불구하고 일부 지역에서는 한파 발생빈도 역시 증가하는 양상이 나타나, 겨울철 기온 상승과 저온 극한현상을 함께 고려할 필요가 있음을 제시하였다. Min et al.(2015)은 한반도의 기온 극한현상이 장기적으로 온난화 경향을 보이며 고온 극한은 증가하고 저온 극한은 감소하는 경향을 보이지만, 해마다 또는 10년 단위로는 그 양상이 달라질 수 있다고 설명하였다. 이는 겨울철 수목 피해가 단순한 저온 노출뿐 아니라 이상고온 이후 급격한 기온 하강, 한파, 동결과 융해의 반복 등 복합적인 기상 조건과 관련될 수 있음을 시사한다. 또한 김용진 등(2011)은 서울시 자동기상관측자료를 활용하여 도시열섬현상의 발생 요인을 분석하고, 녹지면적, 풍속, 고도, 건물 형상 등이 도시 열환경에 영향을 미치는 요인임을 제시하였다. Arzberger et al.(2024)은 겨울철 도시녹지의 열환경 조절 효과가 녹지 규모와 식생 구조에 따라 달라질 수 있음을 확인하였다. 따라서 겨울철 도시공원 수목 피해와 관리 문제는 광역적 기후변화뿐 아니라 도시화에 따른 미기후 변화, 공원 내부의 입지 조건 및 식생 구조와 연계하여 검토할 필요가 있다.

1.3.2 겨울철 수목 피해 유형 및 생리적 반응

수목의 겨울철 피해 유형 및 생리적 반응에 관한 선행연구와 수목관리 문헌에서는 저온 피해, 동결·융해에 따른 수간 균열, 눈·얼음 하중에 의한 구조적 손상, 제설염에 따른 염류 스트레스, 저온기 수분 부족 등이 겨울철 수목 피해와 관련된 주요 피해 양상 및 영향 요인으로 제시되어 왔다. Marquis et al.(2022)은 기후변화에 따른 서리 발생 양상의 변화가 수목의 저온 피해 위험과 관련될 수 있음을 제시하였고, Charrier et al.(2015)은 수목의 동결 피해가 조직의 내한성, 수분 상태, 미기후 및 관리 조건과 상호작용할 수 있음을 설명하였다. 이는 동해·냉해와 같은 저온 피해를 겨울철 수목 피해의 주요 생리적 피해 유형으로 검토할 필요가 있음을 보여준다.

또한 수목관리 문헌에서는 동결·융해와 급격한 기온 변화에 따른 수간 균열, 눈·얼음 하중에 의한 가지 부러짐과 구조적 손상, 저온기 수분 흡수 제한에 따른 건조 피해 등이 겨울철 수목관리에서 고려해야 할 피해 양상으로 제시된다(Harris et al., 2012). 이에 따라 상열과 습설 피해는 동결·융해 및 눈·얼음 하중에 따른 물리적 손상 유형으로, 건조 피해는 저온기 수분 부족과 관련된 생리적 피해 유형으로 검토할 수 있다.

도시환경에서는 제설제 사용에 따른 염류 스트레스도 중요한 겨울철 수목 피해 요인으로 검토되어 왔다. 주진희 등(2016)은 겨울철 염화칼슘(CaCl_2) 처리에 따른 가로변 상록 관목류의 생육 및 생리반응을 분석하여, 제설제 처리가 사철나무, 영산홍, 화양목 등 상록 관목류의 생육과 생리적 반응에 영향을 미칠 수 있음을 제시하였다. 이러한 국내 연구는 겨울철 도시공간에서 제설제 사용이 염해 피해와 연결될 수 있음을 보여주며, 겨울철 도시공원 수목 피해를 저온 피해, 물리적 손상, 염류 스트레스, 저온기 수분 부족 등 다양한 유형으로 구분하여 검토할 필요가 있음을 뒷받침한다.

1.3.3 도시공원 수목 관리

도시공원 수목 관리와 관련한 선행연구에서는 공원의 입지, 생태적 특성, 이용 특성을 고려한 관리체계의 필요성이 제시되어 왔다. 이우성과 장갑수(2017)는 대구광역시 근린공원을 대상으로 환경적 특성을 고려한 유형분류를 수행하고, 공원 유형별 관리방안을 제시하였다. 이는 도시공원이 규모, 입지, 주변 토지이용, 식생 구조, 이용 특성에 따라 서로 다른 관리 조건을 가지며, 관리방식도 달라질 수 있음을 시사한다. 도시 수목 관리는 단순한 식재 확대

보다 장기적인 유지관리 체계와 조직 역량, 관리 예산 및 전문 인력 확보가 중요한 요소로 분석되어 왔다. Healy et al.(2023)은 대규모 도시 수목 식재 사업과 관련하여, 도시 수목 관리 성과가 개별 식재 활동만으로 결정되는 것이 아니라 지방정부의 조직 구조와 관리 역량, 현장 관리 여건과 밀접하게 관련된다고 보았다. 이는 겨울철 수목 피해 대응에서도 예산, 인력, 장비, 부서 간 협조, 실무 매뉴얼과 같은 행정적·구조적 요인이 중요한 관리 조건이 될 수 있음을 시사한다.

한편 도시공원 식생 관리는 생태적 기능뿐 아니라 이용자 경험, 관리 비용, 안전성 등 사회·환경적 요인을 함께 고려할 필요가 있다. Talal and Santelmann(2020)은 도시공원 식생 관리에서 방문객 이용 경험과 관리자의 관리 인식을 함께 고려할 필요가 있음을 제시하였다. Roman et al.(2021)은 도시 수목이 다양한 생태계서비스를 제공하는 동시에 기반시설 충돌, 건강 및 안전 영향, 관리비용 등 관리상의 부담을 수반할 수 있음을 논의하였다. 이러한 연구들은 도시공원 수목 관리가 단순히 수목 생육 관리에 한정되지 않고, 시민 이용, 안전, 비용, 행정체계와 연계되는 복잡한 관리 과제임을 보여준다.

1.3.4 소결

이상의 선행연구를 종합하면, 기후변화와 도시환경 변화는 겨울철 수목 피해 발생 조건을 복잡화하고 있으며, 저온 피해, 동결·융해, 눈·얼음 하중, 제설염, 자온기 수분 부족 등은 겨울철 수목 피해를 설명하는 주요 요인으로 검토되어 왔다. 또한 도시공원 수목 관리는 공원의 입지와 식생 구조뿐 아니라 예산, 인력, 장비, 부서 간 협조, 관리 매뉴얼 등 행정적·구조적 조건과도 밀접하게 관련될 수 있음을 보여준다.

그러나 기존 연구들은 기후 특성, 개별 피해 요인, 수목의 생리적 반응, 도시 수목 관리체계 등을 각각 다루어 왔으며, 도시공원 관리 현장에서 겨울철 수목 피해 유형이 어떻게 인식되고 있는지, 그리고 이러한 피해에 대응하는 과정에서 관리상의 제약이 무엇인지를 종합적으로 검토한 연구는 상대적으로 부족하다. 특히 겨울철 도시공원 수목 피해는 급격한 기상 변화에 따라 단기간에 발생하는 경우가 많고, 현장에서는 공원 이용자의 안전 확보를 위해 피해목 정비가 우선적으로 이루어진다. 이에 따라 피해 위치, 수종, 피해 정도 등에 대한 세부 기록보다는 조치 결과 중심으로 자료가 축적되어, 실제 피해 양상을 정량적·체계적으로 파악하는 데 한계가 있다.

이러한 한계는 겨울철 도시공원 수목 피해를 현재 축적된 발생 자료만으로 파악하는 데 제약이 있음을 보여주며, 현장 관리자의 경험과 판단을 통해 피해 양상과 관리상의 쟁점을 검토할 필요성을 시사한다. 이에 본 연구에서는 관리자 인식조사를 위한 분석 틀로서, 도시공원 관리 현장에서 식별 가능하며 관리 대응이 요구되는 겨울철 수목 피해 유형을 동해·냉해, 상열, 습설 피해, 염해 피해, 건조 피해로 설정하였다. 이를 바탕으로 서울시 도시공원 관리 공무원이 인식하는 피해 유형별 심각성, 취약 수종군, 관리 우선순위 및 행정적·구조적 제약요인을 상호 연계하여 분석하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 조사대상

본 연구는 서울특별시 도시공원의 운영 및 관리와 관련된 업무를 담당하는 녹지직 공무원을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 겨울철 도시공원 수목 피해는 기상 조건, 입지 특성, 수종 구성, 관리 이력 등이 복합적으로 작용하여 발생하지만, 도시공원 단위에서 피해 유형별 발생 규모, 피해 수종, 관리 이력 등을 연계한 정량자료는 아직 충분히 구축되어 있지 않다. 이러한 자료 여건을 고려하여, 본 연구는 서울시 녹지직 공무원의 업무 경험과 인식을 겨울철 수목 피해 및 관리 현황을 파악하기 위한 주요 자료로 활용하였다. 2026년 3월 기준 서울시 녹지직 공무원 현원은 총 868명¹⁾으로, 정책 수립 부서인 정원도시국을 비롯하여 권역별 공원여가센터(동부·북부·서부·중부), 서울식물원, 서울대공원, 미래한강본부, 체육시설관리사업소 및 25개 자치구 등에서 재직 중이다. 표본 추출은 각 기관의 기능과 역할을 균형 있게 반영하기 위해 유의표집법(purposive sampling)을 활용하였다. 당초 목표 표본 수는 100명으로 설정하였으며, 실제 조사에서는 이를 상회하는 총 124명의 응답이 확보되었다. 이는 2026년 3월 기준 서울시 녹지직 공무원 현원 868명과 비교할 때 약 14.3%에 해당하는 규모이다.

2.2 조사방법

2.2.1 설문항목의 도출

본 연구의 설문항목은 기후변화와 겨울철 도시환경 변화, 겨울철 수목 피해 유형 및 생리적 반응, 도시공원 수목

관리에 관한 선행연구와 관련 문헌자료를 검토하여 구성하였다. 구체적으로 동해·냉해, 상열, 건조, 습설, 염해 등 겨울철 수목 피해 유형과 이에 영향을 미치는 기상·환경 요인, 수목의 생리적 특성, 도시공원 수목 관리상 고려 요소를 검토하였으며, 이를 겨울철 수목 피해 인식, 피해 유형별 심각도 인식, 피해 취약 수종군, 수목 관리대책의 중요도 및 성과도 항목에 반영하였다. 또한 겨울철 수목 피해 사례와 수목 관리 관련 법령 및 지침을 참고하여 예산, 인력, 부서 간 협조, 실무 매뉴얼 등 행정적·구조적 제약요인을 파악하기 위한 문항을 설정하였다. 이후 설문 문항의 내용 적절성과 현장 부합성을 검토하기 위하여 20년 이상 실무경력을 가진 녹지직 공무원 4명을 대상으로 실무자 검토를 2차례 실시하였다. 검토 과정에서는 문항의 적절성, 응답 가능성, 현장 부합성을 중심으로 검토하였으며, 그 결과를 반영하여 일부 문항의 표현과 응답 방식을 수정·보완하였다. 최종 설문항목은 응답자 기본 특성, 겨울철 수목 피해 인식, 피해 유형별 심각도 인식 및 취약 수종군, 겨울철 수목 관리의 중요도 및 성과도, 행정적·구조적 제약요인과 시민 안전 관련 인식으로 구분하였다. 설문 문항은 명목형 문항, Likert 5점 척도 문항, 자유응답 문항으로 구성하였다(표 1 참조).

표 1. 설문 문항 구성 및 분석방법

분류		문항 형태	분석방법
유형	항목		
응답자 기본 특성	현재 소속기관	명목형	빈도분석
	(자치구 소속 응답자만 해당) 근무 중인 자치구	명목형	빈도분석
	현재 담당 업무	명목형	빈도분석
	수목 관리 관련 경력	명목형	빈도분석
	관리하는 공원 유형	명목형	빈도분석
	관리하는 공원의 대표적 입지 특성	명목형	빈도분석
겨울철 수목의 피해 인식	겨울철 기상상황이 수목 생육에 위협적인지 인식	Likert 5점 척도	기술통계
	겨울철 수목 피해를 유발하는 요인	명목형	빈도분석
	겨울철 수목 피해가 가장 빈번하게 발생하는 시기	명목형	빈도분석
	겨울철 수목 관리의 중요성 인식	Likert 5점 척도	기술통계
수목 피해 심각도 인식	동해 및 냉해 피해 심각도	Likert 5점 척도	기술통계, 반복측정 분산분석
	겨울철 상열 피해 심각도	Likert 5점 척도	기술통계, 반복측정 분산분석
	겨울철 건조 피해 심각도	Likert 5점 척도	기술통계, 반복측정 분산분석
	겨울철 습설 피해 심각도	Likert 5점 척도	기술통계, 반복측정 분산분석
	겨울철 염해 피해 심각도	Likert 5점 척도	기술통계, 반복측정 분산분석
피해 유형별 취약 수종군	동해 및 냉해 피해가 가장 심각한 수종 그룹	명목형	빈도분석, 교차분석, 카이제곱검정
	겨울철 건조 피해가 가장 심각한 수종 그룹	명목형	빈도분석, 교차분석, 카이제곱검정
	겨울철 상열 피해가 가장 심각한 수종 그룹	명목형	빈도분석, 교차분석, 카이제곱검정
	겨울철 습설 피해가 가장 심각한 수종 그룹	명목형	빈도분석, 교차분석, 카이제곱검정
	겨울철 염해 피해가 가장 심각한 수종 그룹	명목형	빈도분석, 교차분석, 카이제곱검정
	겨울철 피해가 가장 심각했던 수종 2종 기재	자유응답 문항	주제별 범주화
	피해가 가장 심각했던 수종의 주요 원인	자유응답 문항	주제별 범주화
수목관리 중요도 및 성과도	겨울철 수목 피해 예방 관리대책 중요도	Likert 5점 척도	기술통계, 대응표본 t-검정, IPA 분석
	겨울철 수목 피해 예방 관리대책 성과도	Likert 5점 척도	기술통계, 대응표본 t-검정, IPA 분석
행정적·구조적 제약 요인 및 시민 안전관련 인식	겨울철 수목 관리 예산 확보의 어려움	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	겨울철 수목 관리를 위한 현장 인력의 수	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	현장 관리인력의 실무 대응 능력 평가	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	제설 부서와 협조의 어려움	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	겨울철 실무 매뉴얼 부재 어려움	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	겨울철 수목 피해가 시민 안전사고로 이어질 위험	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 일원분산분석
	겨울철 수목 관리가 시민 안전사고 예방 기여도	Likert 5점 척도	기술통계, 빈도분석, 독립표본 t-검정
	기타 개선 사항	자유응답 문항	주제별 범주화

빈도분석은 빈도와 백분율 산출을 포함하며, 기술통계는 평균과 표준편차 산출을 의미한다. 일부 명목형 선택 문항에서 복수 선택 응답이 포함된 경우 응답 건수를 기준으로 분석하였다.

2.2.2 조사기간

설문조사는 2026년 3월 11일부터 3월 25일까지 15일간 실시되었다. 기관별·직급별 의견의 다양성을 확보하기 위해 각 기관별로 관리자(탐장급) 1인과 실무 담당자 2인을 포함한 총 3인 이내의 응답을 권장하여 직급과 경력별로 고른 의견 수렴을 유도하였다. 설문은 각 해당 기관에 협조 공문을 발송한 후 전자우편 및 우선 연락을 통해 참여를 요청하였다. 조사는 구글 폼(Google forms)을 활용한 온라인 설문 방식을 채택하여 응답의 편의성을 도모하고 개별 응답 데이터를 수집하였다.

2.3 분석방법

설문자료의 통계분석은 SPSS ver. 30을 이용하였고 문항의 측정 수준과 분석 목적에 따라 분석방법을 적용하였다. 응답자 기본 특성은 빈도와 백분율을 산출하여 표본의 일반적 특성을 파악하였다. 겨울철 수목 피해 인식은 문항 형태에 따라 빈도와 백분율, 평균과 표준편차를 산출하여 분석하였다.

피해 유형별 심각도 인식 차이는 동일 응답자가 동해·냉해, 상열, 건조, 습설, 염해 등 여러 피해 유형의 심각도를 각각 평가한 자료 구조를 고려하여 반복측정 분산분석으로 검토하였다. 반복측정 분산분석은 동일 대상이 여러 항목을 반복적으로 평가한 경우, 항목 간 평균 차이가 통계적으로 유의한지를 확인하는 방법이다. 분석 과정에서는 반복 측정된 항목 간 차이의 분산이 유사해야 한다는 구형성 가정을 확인하였으며, 해당 가정이 충족되지 않은 경우 통계적 유의성이 과대평가될 수 있으므로 Greenhouse-Geisser 보정 결과를 기준으로 해석하였다.

피해 유형별 취약 수준군은 빈도분석과 교차분석을 실시하였으며, 피해 유형과 취약 수준군 간 응답 분포의 차이를 확인하기 위해 카이제곱 검정을 실시하였다. 다만 동일 응답자의 반복응답 자료를 포함하고 있으므로, 본 분석은 피해 유형별 취약 수준군 인식의 분포 차이를 확인하는 탐색적 분석으로 해석하였다.

겨울철 수목 관리의 중요도 및 성과도는 항목별 평균과 표준편차를 산출하여 전반적인 인식 수준을 파악하였다. 본 연구에서는 동일 응답자가 각 관리항목에 대해 중요도와 성과도를 각각 평가하였으므로, 두 평가값 간 평균 차이를 검토하기 위해 대응표본 t -검정을 실시하였다. 대응표본 t -검정은 동일 대상에서 측정된 두 관련 변수 간 평균 차이가 통계적으로 유의한지를 확인하는 방법으로, 본 연구에서는 각 관리항목의 중요도와 성과도 간 차이를 검토하는 데 활용하였다.

관리항목별 상대적 우선순위를 도출하기 위해 중요도-성과도 분석(importance-performance analysis, IPA)을 실시하였다. IPA는 각 항목의 중요도와 성과도를 동시에 고려하여 관리 우선순위를 판단하는 방법으로, 중요도는 높으나 성과도가 낮은 항목을 우선 개선 영역으로 파악하는 데 활용된다. 본 연구에서는 성과도를 X축, 중요도를 Y축으로 설정하고, 각 관리항목의 평균값을 좌표값으로 사용하였다. 기준축은 전체 항목의 성과도 평균 3.28과 중요도 평균 3.57로 설정하여 IPA 매트릭스를 구성하였다. 이를 통해 각 관리항목을 유지·강화 영역, 집중 개선 영역, 낮은 우선순위 영역 등으로 구분하고, 겨울철 수목 관리에서 우선적으로 개선 또는 유지가 필요한 항목을 도출하였다.

행정적·구조적 제약 요인과 시민 안전 관련 인식은 평균과 표준편차를 산출하였으며, 응답 경향을 제시하기 위해 Likert 5점 척도 응답을 낮음, 보통, 높음으로 재분류하여 빈도와 백분율을 함께 제시하였다. 이때 1-2점은 낮음, 3점은 보통, 4-5점은 높음으로 구분하였다.

또한 주요 인식 항목에 대해 응답자 특성에 따른 차이를 검토하기 위해 비교 집단이 2개인 경우 독립표본 t -검정을, 비교 집단이 3개 이상인 경우 일원분산분석을 실시하였다. 독립표본 t -검정에서는 Levene의 등분산 검정 결과를 반영하였고, 일원분산분석에서 집단 간 차이가 유의한 경우 사후검정을 통해 차이가 나타난 집단을 확인하였다. 통계적 유의성은 $p < .05$ 를 기준으로 판단하였다.

자유응답 문항은 응답 내용을 검토한 후 의미가 유사한 진술을 주제별로 범주화하는 내용분석 방식으로 정리하였다. 분석 결과는 정량분석에서 확인된 겨울철 수목 관리의 제약요인을 보완적으로 설명하고, 관리 공무원이 인식하는 현장 문제와 제도적 개선 요구를 파악하는 데 활용하였다. 본 연구의 전체 응답자는 124명이며, 분석은 문항별 유효응답을 기준으로 실시하였다. 결측값은 해당 문항 또는 해당 분석에서 제외하였다. 기본 특성 및 주요 인식 분석은 전체 응답자 124명을 기준으로 하였으나, 소속기관 유형에 따른 비교분석에서는 소속기관 미기재 응답자 2명을 제외한 122명을 분석대상으로 하였다. 또한 중요도-성과도 분석, 대응표본 t -검정 및 IPA 분석은 중요도와 성과도 문항에 모두 응답한 118명을 대상으로 실시하였다. 일부 명목형 문항과 자유응답 문항은 문항별 응답 여부 또는 복수응답 여부에 따라 유효응답 수와 응답 건수가 달라질 수 있으므로, 해당 결과에서 분석대상 수 또는 응답 건수를 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 응답자 특성

본 연구의 설문조사에는 서울시 산하 35개 기관 소속 녹지직 공무원 122명과 소속기관 미기재 응답자 2명을 포함하여 총 124명이 참여하였다. 응답자의 주요 업무는 공원 조성 및 유지관리 분야가 83.87%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 수목 관리 경력은 5년 미만이 41명(33.06%)으로 가장 많았으며, 20년 이상 33명(26.62%), 5-10년 25명(20.16%), 10-20년 25명(20.16%) 순으로 나타났다. 10년 이상 경력자는 총 58명으로 전체 응답자의 46.77%를 차지하였다(표 2 참조). 응답자가 관리하는 공원 유형은 10만-100만² 규모의 대규모 근린공원이 37명(29.84%)으로 가장 높은 비율을 보였으며, 1만² 미만 소공원 및 어린이공원 35명(28.23%), 1만-10만² 중규모 근린공원 25명(20.16%) 순으로 나타났다(표 3 참조). 응답자가 관리하는 공원의 대표적 입지 특성은 복수응답 방식으로 조사하였다. 분석 결과, 평지형이 77명(62.10%)으로 가장 높게 나타났으며, 산림형 56명(45.16%), 수변형 8명(6.45%), 선형 7명(5.65%) 순으로 조사되었다. 입지 유형 선택 응답은 총 148건이었으며, 각 비율은 전체 응답자 124명을 기준으로 산출하였다.

3.2 겨울철 수목 피해와 심각성에 대한 인식 분석

겨울철 수목 피해와 심각성에 대한 인식 분석에서는 최근 5년간 겨울철 기상 상황이 공원 내 수목 생육에 미치는 위험 정도를 파악하고, 주요 피해 요인, 피해 발생 시기, 겨울철 수목 관리의 중요성, 피해 유형별 심각성에 대한 응답자의 인식을 분석하였다.

최근 5년간 겨울철 기상 상황이 수목 생육에 위협적이라고 평가한 응답자는 64명(51.61%)이었으며, 비위험적이라고 응답한 경우는 20명(16.13%)으로 나타났다. 이는 응답자들이 최근 겨울철 기상 변화를 도시공원 수목 관리에서 중요한 위험요인으로 인식하고 있음을 보여준다. 겨울철 수목 피해와 관련된 주요 요인에 대한 응답은 이상고온 후 급격한 기온 하강이 28.23%로 가장 높았으며, 제설제 27.42%, 폭설 24.19% 순으로 나타났다. 세 요인의 응답 비율 차이가 크지 않은 점을 고려할 때, 응답자들은 겨울철 수목 피해를 단일 요인보다는 다양한 기상 및 도시환경 요인과 관련된 문제로 인식하는 경향을 보였다.

겨울철 수목 피해 발생 시기에 대해서는 1-2월이라는 응답이 61명(49.19%)으로 가장 높게 나타났다. 이어 2-3

표 2. 수목 관리 관련 경력

구분	수목 관리 경력	응답 수(인)	비율(%)
1	5년 미만	41	33.06
2	5-10년	25	20.16
3	10-20년	25	20.16
4	20년 이상	33	26.62
소계		124	100

표 3. 관리하는 공원 유형

구분	공원 유형	응답 수(인)	비율(%)
1	소공원 및 어린이공원(1만 미만)	35	28.23
2	중규모 근린공원(1만-10만 ²)	25	20.16
3	대규모 근린공원(10만-100만 ²)	37	29.84
4	광역 거점공원(100만 ² 이상)	8	6.45
5	주제공원(역사, 문화, 수변 등 특정 목적)	7	5.65
6	기타	9	7.25
7	무응답	3	2.42
소계		124	100

월 25명(20.16%), 시기와 무관하게 겨울 전체 20명(16.13%), 11-12월 18명(14.52%) 순으로 조사되었다. 응답 분포를 볼 때, 겨울철 수목 피해 발생 시기는 주로 1-2월에 집중되는 것으로 인식되고 있었다.

겨울철 수목 관리의 중요성에 대해서는 높아짐 75명(60.48%), 매우 높아짐 18명(14.52%)으로 나타나, 중요성이 높아졌다고 인식한 응답자가 전체의 75.00%를 차지하였다. 반면 낮아짐은 3명(2.42%)이었으며, 매우 낮아짐은 나타나지 않았다. 보통은 28명(22.58%)이었다. 이러한 결과는 응답자 다수가 최근 5년간 겨울철 수목 관리의 중요성이 증가했다고 인식하고 있음을 의미한다.

본 연구에서는 겨울철 수목 피해 유형을 선행연구와 피해 사례 검토를 바탕으로 동해·냉해, 상열, 건조, 습설, 염해의 5개 유형으로 구분하였다. 이는 겨울철 저온 및 기온 변동에 따른 생리적 피해, 동결·융해 과정에서 발생할 수 있는 줄기 손상, 겨울철 수분 스트레스, 습설에 의한 물리적 피해, 제설제 사용에 따른 염류 피해 등 도시공원 수목 관리 현장에서 주요하게 고려되는 피해 양상을 반영한 것이다.

겨울철 수목 피해 유형별 심각성 인식 차이를 분석하기 위해 5개 피해 유형을 대상으로 반복측정 분산분석을 실시하였다. 반복측정 분산분석은 동일한 응답자가 여러 피해 유형을 평가한 결과를 비교하는 분석이므로, 피해 유형 간 점수 차이의 변동이 일정한지 확인할 필요가 있다. 이를 위해 Mauchly의 구형성 검정을 실시한 결과, 이 전제조건이 충족되지 않은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 통계 결과가 실제로보다 과도하게 유의한 것으로 해석될 가능성을 줄이기 위해 Greenhouse-Geisser 보정값을 적용하였다.

피해 유형별 평균은 습설 피해가 3.78점으로 가장 높았으며, 이어 염해 피해 3.28점, 동해·냉해 피해 3.19점, 건조 피해 3.15점, 상열 피해 2.87점 순으로 나타났다(표 4 참조). 반복측정 분산분석 결과, 피해 유형별 심각성 인식의 평균 차이는 통계적으로 유의하였다($F = 33.719, p < .001$). 이는 응답자들이 겨울철 수목 피해 유형을 동일한 수준으로 인식하지 않았음을 의미하며, 평균값 기준으로는 습설 피해와 염해 피해가 상대적으로 심각하게 평가된 것으로 볼 수 있다. 습설 피해가 가장 심각하게 인식된 결과는 적설 하중에 따른 가지 파손, 수관 변형 및 도복이 현장에서 즉시 확인되는 가시적 피해일 뿐 아니라, 보행 동선 차단과 낙지·전도에 따른 안전사고 위험으로 이어져 긴급 정비와 이용구간 통제 등 추가적인 관리조치를 요구하기 때문으로 해석된다. 즉, 습설 피해는 수목의 생육 저하를 넘어 피해목 정비와 안전조치가 동시에 수반된다는 점에서 다른 피해 유형보다 관리 부담이 크게 인식된 것으로 볼 수 있다. 한편 염해 피해에 대한 높은 인식은 제설제가 반복적으로 사용되는 도로, 보행로, 광장 및 공원 진입부와 인접한 식재지가 염류에 지속적으로 노출되는 도시공원의 공간적 관리 특성을 반영한 결과로 해석된다. 따라서 습설과 염해 피해에 대한 높은 심각성 인식은 피해의 생리적 영향뿐 아니라 현장에서의 가시성, 시민 안전과의 연계성, 식재지의 제설제 노출 및 후속 정비 부담이 복합적으로 반영된 결과로 볼 수 있다.

3.3 겨울철 수목 피해 유형별 취약 수종군과 피해 원인에 대한 인식 분석

겨울철 수목 피해 유형별 취약 수종군에 대한 인식 조사 결과, 피해 유형에 따라 취약하게 인식되는 수종군의 분포가 다르게 나타났다. 동해·냉해 피해에서는 남부수종이 38명(30.65%)으로 가장 높게 나타났으며, 관목류 32명(25.81%), 상록침엽수 29명(23.39%), 낙엽활엽수 19명(15.32%) 순으로 조사되었다.

표 4. 겨울철 수목 피해 유형에 대한 심각성 인식

구분	1점 n(%)	2점 n(%)	3점 n(%)	4점 n(%)	5점 n(%)	평균(점) (심각 응답률(%))
동해·냉해 피해 심각도	1 (0.81)	15 (12.1)	69 (55.65)	38 (30.65)	1 (0.81)	3.19 (31.45)
상열 피해 심각도	4 (3.23)	33 (26.61)	63 (50.81)	24 (19.35)	0 (0.00)	2.87 (19.35)
건조 피해 심각도	2 (1.61)	18 (14.52)	64 (51.61)	39 (31.45)	1 (0.81)	3.15 (32.26)
습설 피해 심각도	1 (0.81)	5 (4.03)	37 (29.84)	58 (46.77)	23 (18.55)	3.78 (65.32)
염해 피해 심각도	5 (4.03)	14 (11.29)	58 (46.77)	35 (28.23)	12 (9.68)	3.28 (37.9)

평균은 5점 Likert 척도 점수를 기준으로 산출하였으며, 심각 응답률은 4점과 5점 응답을 합산한 비율을 의미한다.

건조 피해에서는 관목류가 48명(38.71%)으로 가장 높았으며, 상록활엽수 26명(20.97%), 상록침엽수 23명(18.55%), 남부수종 20명(16.13%) 순으로 나타났다. 상열 피해에서는 낙엽활엽수가 60명(48.39%)으로 가장 높은 비율을 보였으며, 남부수종 35명(28.23%), 상록침엽수 21명(16.94%) 순으로 조사되었다.

습설 피해에서는 상록침엽수가 105명(84.68%)으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 낙엽활엽수 9명(7.26%), 관목류 7명(5.65%), 남부수종 2명(1.61%) 순으로 나타났다. 염해 피해에서는 관목류가 71명(57.26%)으로 가장 높았으며, 남부수종 23명(18.55%), 낙엽활엽수 18명(14.52%), 상록침엽수 9명(7.26%) 순으로 조사되었다.

피해 유형별 취약 수종군 응답 분포의 차이를 검토하기 위해 기타 및 무응답을 제외한 595건의 응답을 대상으로 교차분석과 카이제곱 검정을 실시하였다. 분석 결과, 피해 유형별로 취약하게 인식된 수종군의 분포는 서로 다른 양상을 보였으며($\chi^2 = 626.541$, $p < .001$), 이는 관리 공무원이 피해 유형에 따라 취약 수종군을 다르게 인식하고 있음을 보여준다. 다만 본 자료는 동일 응답자가 동해·냉해, 상열, 건조, 습설, 염해의 5개 피해 유형에 대해 반복적으로 응답한 자료이므로, 카이제곱 검정 결과는 피해 유형과 수종군 간의 통계적 관련성을 확정하는 결과가 아니라 응답 분포 차이를 파악하기 위한 탐색적 참고치로 해석할 필요가 있다.

따라서 본 결과는 특정 피해 유형에서 실제로 해당 수종군의 피해가 더 많이 발생했다는 의미가 아니라, 피해 유형별로 관리 공무원이 취약하다고 인식한 수종군의 차이를 보여주는 결과로 해석할 필요가 있다.

최근 겨울철 피해가 가장 심각했던 수종과 그 피해 원인에 대한 자유응답을 분석한 결과, 소나무가 58회로 가장 많이 언급되었으며, 화양목 22회, 잣나무 13회 순으로 나타났다. 이어 철쭉류, 배롱나무, 사철나무가 각각 9회씩 언급되었으며, 단풍나무와 측백나무가 각각 4회, 감나무, 느티나무, 초화류가 각각 3회 언급되었다. 자유응답은 최대 2개 수종을 기재하는 방식으로 수집되었으며, 무응답 39건을 제외한 주요 수종 언급 건수는 총 155건이었다. 자유응답 결과를 수종군 기준으로 살펴보면, 소나무, 잣나무, 측백나무, 향나무, 스트로브잣나무 등 침엽수종이 반복적으로 언급되었고, 화양목, 철쭉류, 사철나무 등 관목류 역시 주요 피해 수종으로 나타났다. 또한 배롱나무, 홍가시나무, 남천 등 남부수종에 해당하는 수종도 일부 언급되었다. 이는 앞선 피해 유형별 취약 수종군 분석에서 상록침엽수, 관목류, 남부수종에 대한 응답 비율이 높게 나타난 결과와 일부 유사한 경향을 보인다.

한편 피해가 가장 심각했던 수종의 주요 원인에 대한 자유응답 분석 결과, 습설 또는 폭설이 56건으로 가장 많이 언급되었으며, 제설제 또는 염해 37건, 건조 또는 가뭄 16건, 기온 급강하 또는 동해·냉해 13건, 온난화 3건, 기타 4건 순으로 나타났다. 이는 현장 관리자가 겨울철 수목 피해의 주요 원인을 습설·폭설, 제설제, 건조, 급격한 기온 변화 등 복수의 요인과 관련하여 인식하고 있음을 보여준다. 하지만 자유응답 문항은 피해 유형별로 수종을 구분하여 응답하도록 설계된 문항이 아니므로, 특정 수종과 특정 피해 유형 간의 직접적인 관계로 해석하는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 결과는 겨울철 수목 피해에 대해 현장 관리자가 경험적으로 인식한 주요 피해 수종과 피해 원인의 경향으로 해석하는 것이 적절하다. 피해 유형별 취약 수종군 분석 결과는 앞서 제시한 피해 심각성 인식 결과를 해석하는 근거로 활용될 수 있다. 특히 습설 피해에서 상록침엽수의 응답 비율이 높게 나타난 것은 겨울철에도 잎과 수관 구조를 유지하는 상록침엽수의 형태적 특성과 관련하여 해석할 수 있다. 상록침엽수는 겨울철에도 수관이 유지되기 때문에 습설이 가지와 수관에 부착될 가능성이 높고, 적설 하중이 누적될 경우 가지 휘어짐, 가지 부러짐, 수형 훼손 또는 도복 피해로 이어질 수 있다. 이러한 특성은 현장 관리자가 습설 피해를 상록침엽수와 밀접하게 연결하여 인식하게 하는 요인으로 작용했을 가능성이 있다.

염해 피해에서 관목류의 응답 비율이 높게 나타난 점은 관목류가 도로변, 보행로 주변, 공원 경계부, 진입부 등 제설제 살포와 비산 영향을 받기 쉬운 위치에 식재되는 경우가 많다는 점과 관련하여 해석할 수 있다. 관목류는 수고가 낮고 지표면과 가까운 생육 특성을 가지므로 제설제에 오염된 눈, 용설수, 토양 염류 등에 노출될 가능성이 상대적으로 높다. 따라서 피해 유형별 취약 수종군에 대한 인식 차이는 수종의 형태적 특성, 식재 위치, 겨울철 관리 행위가 결합되어 형성된 결과로 볼 수 있다.

3.4 겨울철 수목 관리 항목별 중요도 및 성과도 분석

겨울철 수목 관리 대책에 대한 중요도와 성과도를 분석하기 위하여 총 124부의 설문 응답 중 중요도와 성과도 문항에 결측값이 없는 118부를 최종 분석에 활용하였다. 분석은 기술통계 분석, 대응표본 t -검정, IPA 분석을 통해 수행하였다. 중요도는 각 관리 대책이 겨울철 수목 관리에서 얼마나 필요하다고 인식되는지를 의미하며, 성과도는 해당 관리 대책이 현재 어느 정도 수행되고 있다고 인식되는지를 의미한다.

기술통계 분석 결과, 모든 항목에서 중요도 평균이 성과도 평균보다 높게 나타났다. 이는 응답자들이 겨울철 수목 관리 대책의 필요성에 비해 현재의 관리 수행 수준을 상대적으로 낮게 평가하고 있음을 보여준다. 중요도 평균

은 ‘폭설 및 강풍 대비 전정·가지치기’가 3.80으로 가장 높았으며, 이어 ‘염해 예방 및 제설제 관리’ 3.73, ‘겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급’ 3.70 순으로 나타났다. 반면 ‘상열 피해 관리’는 중요도 3.27, 성과도 3.22로 모두 가장 낮게 나타났다.

중요도와 성과도 간 차이를 검토하기 위하여 대응표본 t -검정을 실시한 결과, ‘상열 피해 관리’를 제외한 모든 항목에서 중요도와 성과도 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 특히 ‘겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급’은 중요도에 비해 성과도가 유의하게 낮게 나타났으며($t = 5.69, p < .001$), 효과크기 또한 $d = 0.52$ 로 상대적으로 크게 나타났다. 이는 겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급에 대해 응답자들이 높은 필요성을 인식하고 있으나, 현재의 수행 수준은 이에 미치지 못한다고 평가하고 있음을 보여준다. 반면 ‘상열 피해 관리’는 중요도와 성과도 간 차이가 통계적으로 유의하지 않았다($p = .463$). 관리항목별 상대적 우선순위를 도출하기 위해 IPA 분석을 실시한 결과, ‘폭설 및 강풍 대비 전정·가지치기’와 ‘염해 예방 및 제설제 관리’는 중요도와 성과도가 모두 기준값 이상으로 나타나 유지·강화 영역에 위치하였다. 이는 두 항목이 겨울철 수목 관리에서 중요하게 인식되면서도 현재 성과도 역시 상대적으로 높게 평가되고 있음을 의미한다.

반면 ‘겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급’은 중요도는 기준값 이상이나 성과도는 기준값 이하로 나타나 집중 개선 영역에 해당하였다. 이 결과는 겨울철 수목 관리 분야에서 매뉴얼 보급이 중요하게 인식되고 있음에도 실제 현장 적용 또는 보급 수준은 상대적으로 낮게 평가되고 있음을 보여준다. 따라서 해당 항목은 향후 우선적 개선이 필요한 관리 과제로 판단된다.

‘동해·냉해 피해 관리’, ‘건조 피해 관리’, ‘상열 피해 관리’는 중요도와 성과도가 모두 기준값 이하로 나타나 후순위 영역에 위치하였다. 이는 해당 항목들이 상대적으로 낮은 중요도와 성과도 평가를 받은 항목임을 의미한다. 한편 중요도는 기준값 이하이나 성과도는 기준값 이상인 과잉노력 영역에 해당하는 항목은 나타나지 않았다(그림 1 참조).

이상의 결과를 종합하면, 겨울철 수목 관리 대책 전반에서 중요도에 비해 성과도가 낮게 평가되는 경향이 확인되었다. 특히 폭설·강풍 대비 전정·가지치기와 염해 예방 및 제설제 관리는 유지·강화가 필요한 항목으로 나타났다. 겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급은 중요도와 성과도 간 차이가 크고 IPA에서도 집중 개선 영역에 위치하여 우선 검토가 필요한 항목으로 확인되었다. 이러한 결과는 겨울철 수목 관리의 필요성이 높게 인식되고 있음에도 불구하고, 이를 실제 관리 행위로 연결하기 위한 현장 적용 기준과 실행 절차는 보완될 필요가 있음을 시사한다. 특히 매뉴얼 보급 항목이 집중 개선 영역에 위치한 것은 피해 유형별 점검 기준, 사전 예방 조치, 피해 발생 후 대응 절차 등 실무 기준 마련이 우선적으로 요구됨을 보여준다.

3.5 겨울철 수목 관리의 행정적·구조적 제약요인 및 시민 안전 인식 분석

겨울철 수목 관리의 행정적·구조적 제약요인은 예산 및 인력 운영상의 제약, 부서 간 협조의 어려움, 실무 매

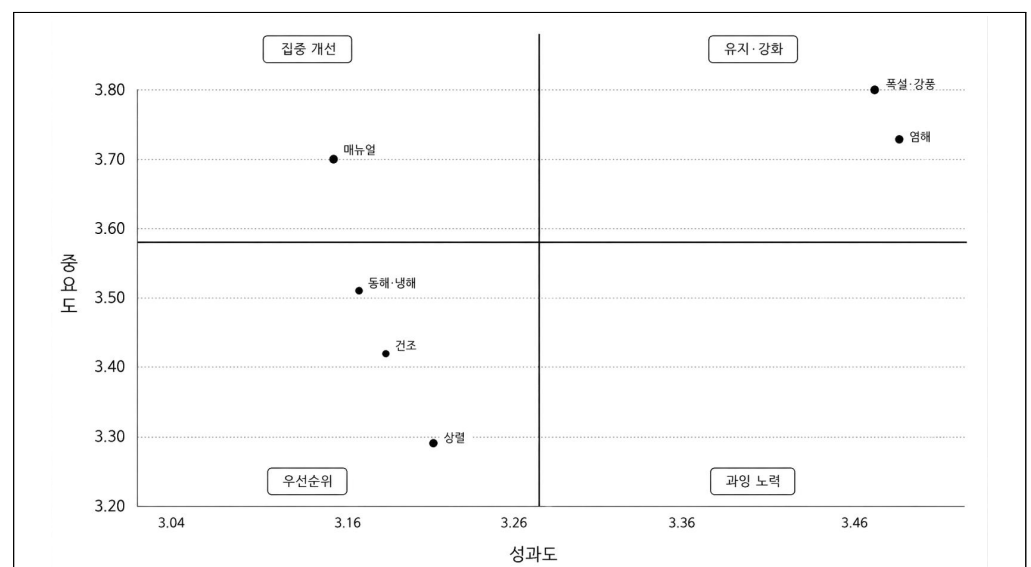


그림 1. 겨울철 수목 관리대책의 중요도-성과도(IPA) 분석

뉴얼 부족을 중심으로 분석하였다. 또한 겨울철 수목 피해가 시민 안전사고로 이어질 위험성과 겨울철 수목 관리의 시민 안전사고 예방 기여도에 대한 인식을 함께 검토하였다(표 5 참조).

기술통계 분석 결과, 겨울철 수목 관리를 위한 예산 확보의 어려움은 평균 3.92점으로 나타났으며, 4-5점 응답률은 70.16%로 확인되었다. 반면 도시공원 수목 피해 예방 및 관리를 위한 현장 인력 수의 충분성은 평균 2.02점으로 낮게 나타났고, 1-2점 응답률은 75.81%였다. 현장 관리 인력의 실무적 대응 능력은 평균 2.52점이었으며, 1-2점 응답률은 50.81%로 조사되었다. 이러한 결과는 겨울철 수목 관리 과정에서 예산 확보의 어려움이 높게 인식되는 반면, 현장 인력 수의 충분성과 실무적 대응 능력은 낮게 평가되고 있음을 보여준다. 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따른 차이를 검토한 결과, 예산 확보의 어려움, 현장 인력 수의 충분성, 실무적 대응 능력 항목에서는 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았다. 따라서 본 자료에서는 이들 항목에 대한 인식이 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따라 통계적으로 뚜렷하게 구분되지는 않았다.

도로 제설 부서 등 타 부서와의 협조 어려움은 평균 3.77점으로 나타났으며, 4-5점 응답률은 59.67%였다. 이는 겨울철 수목 피해 대응 과정에서 타 부서와의 업무 연계가 어려움으로 인식되고 있음을 의미한다. 소속기관 유형에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않았으나, 수목 관리 경력과 관리 공원 규모에 따른 차이는 유의하였다. 수목 관리 경력별로는 5년 미만 집단이 3.39점으로 가장 낮고, 20년 이상 집단이 4.12점으로 가장 높게 나타났으며, 집단 간 차이는 통계적으로 유의하였다($F = 5.295, p = .002$). 사후검정 결과, 20년 이상 경력 집단은 5년 미만 경력 집단보다 타 부서 협조 어려움을 유의하게 높게 인식하였다($p = .001$).

관리 공원 규모에 따른 차이도 통계적으로 유의하였다($F = 4.647, p = .002$). 집단별 평균은 광역 거점공원(100만㎡ 이상)이 4.75점으로 가장 높았고, 주재공원 3.86점, 중규모 근린공원 3.80점, 대규모 근린공원 3.57점, 소공원 및 어린이공원 3.49점 순이었다. Tukey 사후검정 결과, 광역 거점공원은 소공원 및 어린이공원, 중규모 근린공원, 대규모 근린공원보다 타 부서 협조 어려움을 유의하게 높게 인식한 것으로 확인되었다.

수목 실무 매뉴얼 부재의 어려움은 평균 3.77점으로 나타났으며, 4-5점 응답률은 66.93%였다. 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않아, 실무 매뉴얼 부재에 대한 어려움은 응답자 전반에서 비교적 공통적으로 인식되는 것으로 해석된다. 또한 앞선 IPA 분석에서 ‘겨울철 수목 관리 매뉴얼 보급’이 집중 개선 영역에 위치한 결과는 현장 적용 가능한 관리 기준과 대응 절차 마련의 필요성을 뒷받침한다.

한편, 겨울철 수목 피해가 시민 안전사고로 이어질 위험성에 대한 인식은 평균 3.71점으로 나타났으며, 4-5점 응답률은 60.49%였다. 이는 겨울철 수목 피해가 수목 생육 저하나 경관 훼손의 문제에 한정되지 않고, 공원 이용자의 안전과도 관련될 수 있는 사안으로 인식되고 있음을 시사한다. 시민 안전사고 위험성 인식은 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따라 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았다.

겨울철 수목 관리가 시민 안전사고 예방에 기여하는 정도는 평균 3.90점으로 나타났으며, 4-5점 응답률은 70.16%였다. 소속기관 유형, 수목 관리 경력, 관리 공원 규모에 따른 차이를 분석한 결과, 시민 안전사고 예방 기여 인식은 소속기관 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t = 2.956, df = 120, p = .004$). 평균은 서울시 기관 응답자가 4.22점, 자치구 응답자가 3.78점으로 나타나, 서울시 기관 응답자가 겨울철 수목 관리의 시민 안전사고 예방 기여도를 더 높게 인식한 것으로 확인되었다. 반면 수목 관리 경력과 관리 공원 규모에 따른 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

표 5. 겨울철 수목 관리의 행정적·구조적 제약 요인 및 시민 안전 인식

구분	낮음 (1-2점, %)	보통 (3점, %)	높음 (4-5점, %)	평균(점)	표준편차
겨울철 수목 관리를 위한 예산 확보의 어려움	2.42	27.42	70.16	3.92	0.78
도시공원 수목 관리를 위한 현장 인력 수의 충분성	75.81	19.35	4.84	2.02	0.85
현장 관리 인력의 실무적 대응 능력	50.81	39.52	9.68	2.52	0.79
도로 제설 부서 등 타부서와의 협조 어려움	4.04	36.29	59.67	3.77	0.86
수목 실무 매뉴얼 부재의 어려움	4.84	28.23	66.93	3.77	0.79
겨울철 수목 피해의 시민 안전 사고 위험성	3.23	34.68	60.49	3.71	0.7
겨울철 수목관리의 시민 안전 사고 예방 기여도	1.61	28.23	70.16	3.9	0.75

낮음, 보통, 높음은 5점 Likert 척도 응답을 각각 1-2점, 3점, 4-5점으로 재분류한 응답률(%)을 의미한다. 평균과 표준편차는 원척도 점수를 기준으로 산출하였다. ‘현장 인력 수의 충분성’과 ‘실무적 대응 능력’은 점수가 낮을수록 각각 현장 인력과 실무 대응 능력이 충분하지 않다고 해석된다.

이상의 결과를 종합하면, 겨울철 수목 관리 과정에서 예산 확보의 어려움, 타 부서 협조의 어려움, 실무 매뉴얼 부재가 주요 제약요인으로 인식되었으며, 현장 인력 수의 충분성과 실무적 대응 능력은 낮게 평가되었다. 또한 시민 안전사고 위험성과 예방 기여도에 대한 응답 결과는 겨울철 수목 관리가 수목 생육 관리뿐 아니라 도시공원 이용자의 안전관리와도 관련되는 업무로 인식되고 있음을 보여준다. 이는 겨울철 수목 관리의 실행력이 낮게 평가되는 배경에 예산·인력·매뉴얼·부서 협력체계 등 행정적·구조적 조건이 관련되어 있음을 시사한다. 특히 겨울철 수목 피해는 폭설, 제설제, 강풍, 급격한 기온 변화 등 복합적 요인에 의해 발생하므로, 공원관리 부서의 일상적 유지관리만으로 대응하기에는 한계가 있다. 따라서 겨울철 수목 관리는 제설·도로관리·재난안전 등 관련 부서와 연계된 통합적 관리체계 속에서 추진될 필요가 있다.

3.6 현장 의견에 나타난 제도적 개선 요구

정량분석에서 확인된 행정적·구조적 제약요인을 보완적으로 해석하기 위하여 개방형 문항에 제시된 현장 의견을 내용분석하였다. 개방형 문항은 겨울철 수목 관리와 관련하여 개선이 시급하다고 인식되는 문제점이나 제도적 결함들을 자유롭게 기술하도록 구성하였다.

분석 결과, 현장 의견에 나타난 제도적 개선 요구는 예산·인력 및 작업여건 개선, 매뉴얼·교육 및 현장 적용체계 마련, 수목 관리 필요성에 대한 인식 개선, 행정체계 및 정비 주체 명확화, 위험수목 및 긴급정비 여건 개선으로 유형화되었다(표 6 참조).

가장 많이 언급된 유형은 예산·인력 및 작업여건 개선으로 총 11건이 확인되었다. 주요 내용으로는 수목 전정 및 위험수목 정비 예산 확보, 현장 인력 부족, 기간제근로자 운영 종료에 따른 겨울철 관리 공백, 고소작업 차량 이용의 어려움 등이 포함되었다. 다음으로 매뉴얼·교육 및 현장 적용체계 마련이 8건으로 나타났으며, 공원유형별·입지별 관리 매뉴얼, 동절기 수목 관리 방안, 피해유형별 대처 교육, 현장 적용 가능한 관리체계 마련 등이 주요 의견으로 제시되었다.

수목 관리 필요성에 대한 인식 개선은 6건으로 나타났다. 여기에는 겨울철 수목 피해에 대한 인식 부족, 수목 관리 필요성에 대한 타 부서 인식 개선, 제설제가 수목에 미치는 영향에 대한 인식 부족 등이 포함되었다. 행정체계 및 정비 주체 명확화는 5건으로 확인되었으며, 동절기 인력 운영 제도, 예산집행 방식, 보고 절차, 토지소유주에 따른 정비 주체 정리, 일회성 개선의 한계 등이 주요 내용으로 나타났다. 위험수목 및 긴급정비 여건 개선은 3건으로, 주택가 주변 위험수목 제거 단가, 폭설 시 사유지 수목 파손에 따른 보행자 위험, 가지 파손 시 장비 접근의 어려움 등이 제시되었다.

이상의 개방형 응답 결과는 앞선 정량분석에서 확인된 예산, 인력, 실무 매뉴얼 및 부서 간 협조의 어려움이 단순한 자원 부족에 국한된 문제가 아님을 보여준다. 예산과 인력의 제약은 겨울철 관리 공백과 작업 장비 활용의 어려움으로 구체화되었으며, 매뉴얼 부족은 공원 유형·입지 및 피해 유형별로 적용할 수 있는 관리기준과 교육체계의 미비로 나타났다. 또한 부서 간 협조의 어려움은 보고 절차, 정비 주체 및 역할 분담의 불명확성과 연계되어 있었다. 따라서 겨울철 수목 관리의 제약은 자원 부족, 현장 실행기준의 미비 및 행정적 역할체계의 불명확성이 상호 연계된 구조적 문제로 해석할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 서울시 도시공원 관리 공무원을 대상으로 겨울철 수목 피해에 대한 인식, 피해 유형별 취약 수준군 인식, 관리 우선순위 및 현장 관리상의 제약요인을 분석하였다. 분석 결과, 습설과 염해 피해가 상대적으로 심각하

표 6. 개방형 응답에 따른 제도적 개선 요구 유형

유형	주요 내용	언급빈도
예산·인력 및 작업여건 개선	수목 전정 및 위험수목 정비 예산, 인력 부족, 기간제근로자 종료에 따른 겨울철 관리 공백, 고소작업 차량 이용의 어려움	11
매뉴얼·교육 및 현장 적용체계 마련	공원유형별·입지별 매뉴얼, 동절기 수목관리 방안, 피해유형별 대처 교육, 현장 적용 가능한 관리체계	8
수목관리 필요성에 대한 인식 개선	겨울철 수목피해 인지 부족, 수목관리 필요성에 대한 타 부서 인식 개선, 제설제가 수목에 미치는 영향에 대한 인식 부족	6
행정체계 및 정비 주체 명확화	동절기 인력 운영 제도, 예산집행 방식, 보고 절차, 토지소유주에 따른 정비 주체 정리, 일회성 개선의 한계	5
위험수목 및 긴급정비 여건 개선	주택가 주변 위험수목 제거 단가, 폭설 시 사유지 수목 파손에 따른 보행자 위험, 가지 파손 시 장비 접근의 어려움	3

게 인식되었으며, 습설 피해에서는 상록침엽수, 염해 피해에서는 관목류의 취약성 인식이 높게 나타났다. 또한 폭설·강풍 대비 전정·가지치기와 염해 예방 및 제설제 관리는 유지·강화가 필요한 항목으로, 겨울철 수목 관리 매뉴얼은 집중적인 개선이 필요한 항목으로 확인되었다. 예산과 인력 부족, 부서 간 협조의 어려움 및 실무 매뉴얼 부재는 예방적 관리의 실행을 제약하는 주요 요인으로 나타났다.

이러한 결과는 겨울철 도시공원 수목 피해가 개별 수목의 생육 문제에 한정되지 않고, 공원의 공간적 조건, 이용자 안전 및 유지관리 여건이 함께 작용하는 복합적 관리 과제를 보여준다. 따라서 겨울철 수목 관리는 피해 발생 이후의 정비 중심 대응에서 벗어나, 피해 위험과 취약 조건을 사전에 파악하고 관리 우선순위를 설정하는 예방 중심의 관리로 전환될 필요가 있다.

예방적 관리를 위해서는 피해 유형과 취약 수종군뿐 아니라 공원 입지, 식재 위치 및 이용 동선을 함께 고려하여 점검 대상과 위험구간의 우선순위를 설정해야 한다. 예를 들어 습설 피해에 취약하다고 인식된 상록침엽수는 수관 구조와 적설 하중, 보행 동선과의 관계를 고려하여 사전점검과 전정·가지치기의 우선 관리 대상으로 검토할 수 있다. 염해 피해에 취약하다고 인식된 관목류는 도로변, 보행로, 광장, 진입부 및 제설제 살포 구간과의 인접성을 고려하여 보호조치와 제설제 관리의 우선순위를 설정할 필요가 있다. 이는 겨울철 수목관리를 수종의 생육 관리에 한정하지 않고, 식재 위치와 공원 이용환경을 함께 고려하는 공간관리 및 안전관리의 관점으로 확장할 필요가 있음을 의미한다.

이러한 관리 방향을 현장에서 실행하기 위해서는 사전점검, 예방조치, 피해 발생 시 대응 및 사후기록이 연계된 관리 절차가 마련되어야 한다. 겨울철 수목 관리 매뉴얼에는 피해 유형별 점검 시기와 항목, 취약 수종군과 입지 조건, 사전 예방조치, 피해 발생 시 이용자 안전 확보 및 피해목 정비 절차가 주요 구성요소로 포함될 수 있다. 또한 폭설 대응, 제설제 살포, 위험수목 정비와 같이 공원관리 부서만으로 대응하기 어려운 업무에 대해서는 제설·도로관리·재난안전 등 관련 부서별 역할과 협력 절차를 사전에 정립하는 방안도 함께 검토되어야 한다. 예산과 인력 운영에서도 피해 위험도, 공원 규모와 이용 특성, 반복 피해 여부를 고려한 우선순위 설정이 검토될 필요가 있다.

아울러 예방관리의 지속성과 실효성을 확보하기 위해서는 겨울철 수목 피해 이력자료를 체계적으로 축적해야 한다. 피해 유형, 발생 위치, 피해 수종, 피해 정도, 당시 기상 상황, 안전사고 발생 여부 및 조치 내용을 일관된 기준으로 기록하면 반복 피해 구간과 취약 수종을 파악할 수 있다. 축적된 자료는 다음 연도의 사전점검 대상 선정, 관리 우선순위 조정, 예산과 인력 운영 및 부서 간 대응계획 수립의 근거로 활용될 수 있다.

다만 본 연구는 서울시 도시공원 관리 공무원의 인식조사를 중심으로 수행되었으므로, 실제 수목 피해량과 생육 상태를 직접 조사하거나 인식 결과를 실제 피해 발생자료와 비교하지 못한 한계가 있다. 또한 조사대상이 서울시 도시공원 관리 공무원으로 한정되어 있어 다른 지역의 관리 여건까지 일반화하는 데에는 제한이 있다. 아울러 설문 조사 결과를 바탕으로 관리자의 인식과 관리 여건 간의 관계를 탐색적으로 해석하였으므로, 해당 인식이 형성된 구체적인 원인과 인과관계를 규명하는 데에도 한계가 있다. 그럼에도 본 연구는 겨울철 수목 피해에 관한 국내 연구가 제한적인 상황에서 피해 유형별 심각성, 취약 수종군, 관리 우선순위 및 행정적·구조적 제약요인을 종합적으로 분석하고, 이를 도시공원의 공간적 조건, 이용자 안전 및 유지관리 체계와 연계하여 해석하였다는 점에서 학술적·실무적 의의를 지닌다. 향후 전문가 심층 인터뷰와 실제 피해 이력자료 분석을 통해 관리자 인식과 피해 발생 양상 간의 관계를 검증한다면, 본 연구에서 제시한 관리 방향을 겨울철 도시공원 수목 관리체계 개선을 위한 보다 구체적인 기준으로 발전시킬 수 있을 것이다.

주 1. 2026년 3월 기준 서울시 내부 인력 현황 자료에 따르면, 서울시 녹지직 공무원 현원은 총 868명이다.

References

1. 김용진, 강동화, 안건혁(2011) 기후변화에 따른 도시열섬현상 특성 변화와 도시설계적 대안 모색에 관한 기초연구. 도시설계 12(3): 5-14.
2. 연합뉴스(2024.12.06.) 태풍 때 10그루 쓰러진 가로수, 11월 폭설로 50배 피해 극심. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20241205136700061>
3. 이우성, 장갑수(2017) 도시공원의 효율적 관리를 위한 환경적 특성을 고려한 근린공원의 유형분류. 한국지리정보학회지 20(1): 26-41.
4. 전미정, 조용성(2015) 우리나라의 겨울철 기온 변화 및 한파 발생빈도 분석. 한국기후변화학회지 6(2): 87-94.
5. 주진희, 박지연, 허혜, 이은엽, 현경학, 정종석, 최은영, 윤용한(2016) 겨울철 염화칼슘(CaCl_2) 처리에 따른 가로

- 변 3가지 상록 관목류의 생육 및 생리반응: 사철나무, 영산홍, 회양목을 중심으로. 한국조경학회지 44(2): 122-129.
6. Harris, R. W., J. R. Clark and N. P. Matheny(2004) *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. 이규화(역), 수목관리학. 바이오사이언스출판, 2012.
7. Arzberger, S., M. Egerer, M. Suda and P. Annighöfer(2024) Thermal regulation potential of urban green spaces in a changing climate: Winter insights. *Urban Forestry & Urban Greening* 100: 128488.
8. Charrier, G., J. Ngao, M. Saudreau and T. Améglio(2015) Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees. *Frontiers in Plant Science* 6: 259.
9. Equiza, M. A., M. Calvo-Polanco, D. Cirelli, J. Señorans, M. Wartenbe, C. Saunders and J. J. Zwiazek(2017) Long-term impact of road salt (NaCl) on soil and urban trees in Edmonton, Canada. *Urban Forestry & Urban Greening* 21: 16-28.
10. Healy, M., N. Geron, R. W. Harper, J. Rogan, D. G. Martin and L. A. Roman(2023) Urban forest management motivations and practices in relation to a large-scale tree planting initiative. *Society & Natural Resources* 36(11): 1324-1347.
11. Kumar, P., S. E. Debele, S. Khalili, C. H. Halios, J. Sahani, N. Aghamohammadi, M. de F. Andrade, M. Athanassiadou, K. Bhui, N. Calvillo, S.J. Cao, F. Coulon, J. L. Edmondson, D. Fletcher, E. D. de Freitas, H. Guo, M. C. Hort, M. Katti, T. R. Kjeldsen, S. Lehmann, G. M. Locosselli, S. K. Malham, L. Morawska, R. Parajuli, C. D. F. Rogers, R. Yao, F. Wang, J. Wenk and L. Jones(2024) Urban heat mitigation by green and blue infrastructure: Drivers, effectiveness, and future needs. *The Innovation* 5(2): 100588.
12. Marquis, B., Y. Bergeron, D. Houle, M. Leduc and S. Rossi(2022) Variability in frost occurrence under climate change and consequent risk of damage to trees of western Quebec, Canada. *Scientific Reports* 12: 7220.
13. Min, S. K., S. W. Son, K. H. Seo, J. S. Kug, S. I. An, Y. S. Choi, J. H. Jeong, B. M. Kim, J. W. Kim, Y. H. Kim, J. Y. Lee and M. I. Lee(2015) Changes in weather and climate extremes over Korea and possible causes: A review. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences* 51(2): 103-121.
14. Miron, J., A. A. Millward, M. Vaziriyeganeh, J. J. Zwiazek and J. Urban(2022) Winter climate variability, de-icing salt and streetside tree vitality. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10: 749168.
15. Roman, L. A., T. M. Conway, T. S. Eisenman, A. K. Koeser, C. Ordóñez Barona, D. H. Locke, G. D. Jenerette, J. Östberg and J. Vogt(2021) Beyond 'trees are good': Disservices, management costs, and tradeoffs in urban forestry. *Ambio* 50: 615-630.
16. Talal, M. L. and M. V. Santelmann(2020) Vegetation management for urban park visitors: A mixed methods approach in Portland, Oregon. *Ecological Applications* 30(4): e02079.