韓國環境復元技術學會誌 19(6) : 1～17(2016)
J. Korean Env. Res. Tech. 19(6) : 1～17(2016)
DOI : https://doi.org/10.13087/kosert.2016.19.6.1
ISSN 1229-3032

청주시 매봉산 도시림의 식생, 토양특성 및 토양미소절지동물상 분석

김 흥 태

서원대학교

The Vegetation, Soil Characteristics, and Soil Microarthropods of Maebongsan Urban Forest in Cheongju-si, Korea

Kim, Heung-Tae

Seowon University

ABSTRACT

The study was aimed to understand the ecological status of the Maebongsan urban forest in Cheongju-si through investigating the vegetation, soil characteristics, and soil microarthropods. Phytosociological analysis for twenty plots revealed that the plant communities were classified into *Pinus rigida community, Robinia pseudoacacia community, Castanea crenata community, Quercus acutissima community, Pinus strobus community, Pinus koraiensis* community, and *Larix kaempferi* community. The importance value showed that afforestation tree species like *Castanea crenata, Robinia pseudoacacia*, and Pinus rigida dominate the urban forest. DBH analysis indicated that although the plant communities seem to be under the succession to *Quercus* forest, the dominance of *Castanea crenata* and *Robinia pseudoacacia* might still persist for several more decades. The properties of soils from the plant communities showed that loamy sand and sandy loam in soil texture, low organic matters, and severe acidification. The abundance of soil microarthropods were not different among the plant communities except *Castanea crenata* community and *Pinus koraiensis* community. The two communities showed especially low abundance of collembola and acarina. Thus, we can say that *Castanea crenata* community and *Pinus koraiensis* community seem to have been influenced strongly by anthropogenic activities.

First author : Kim, Heung-Tae, Department of Biology Education, Seowon University
Tel : +82-43-299-8408, E-mail : htkim0502@gmail.com
Corresponding author : Kim, Heung-Tae, Department of Biology Education, Seowon University
Tel : +82-43-299-8408, E-mail : htkim0502@gmail.com
Received : 2 September, 2016. **Revised** : 6 December, 2016. **Accepted** : 8 November, 2016.

Key Words : *Plant communities, Phytosociological analysis, Soil properties, Soil organisms*

I. 서 론

일반적으로 도시림은 도시 지역 내에서 나무 및 초본이 자랄 수 있는 공간인 숲, 가로수, 공원, 학교 운동장, 수변지역, 묘지, 도로 중앙분리대 등의 공간에 존재하는 식생을 의미한다(Miller, 1997). 2016년 개정된 산림자원법에 따르면 국내에서 도시림은 자연공원법 제2조에 따른 국립, 도립, 군립 등의 공원구역은 제외하고, 도시에서 국민 보건 휴양・정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성・관리하는 산림・수목을 말한다. 도시림은 지정목적에 따라서는 크게 도시근린공원형과 산악형으로 구분될 수 있다(Kwon *et al*., 2004).

도시림과 같은 도시 속 녹지 공간은 주변의 기온을 낮추어 도시의 열섬현상을 완화하며(Kwon and Lee, 2001), 대기오염을 정화하여 환경오염을 개선하는 기능도 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 도시림은 기온 저감 효과가 탁월하며(Cho and Shin, 2002), 수재해 예방의 생태계 서비스 가치 또한 높은 것으로 나타났다(Kwon *et al*., 2016). 도시 경관을 개선하는 효과와 함께 정서적 안정감과 평온을 줄 수 있는 녹색 공간을 시민에게 제공한다는 점에서, 도시림은 주변 직장인의 직무 만족 향상과 스트레스 감소에 도움이 되는 것으로 보고되었다(Shin *et al*., 2003). 시민들은 도시림이 주는 편익으로 '대기정화 및 산소공급' 및 '풍부한 물 공급'과 더불어 '정서적 안정감'과 '건강증진'에 높은 가치를 부여하였다(Byun *et al*., 2003). 대학생을 대상으로 한 심리학 연구에서 숲 경관은 옥상정원이나 도시 경관보다 휴식 및 재충전 측면에서의 심리적 혜택을 더 많이 주는 것으로 나타났다(Lee, 2011).

도시림은 도시에 사는 생물들의 서식 공간으로서 녹지 네트워크의 핵심지 기능을 한다. 도시 내 녹지 공간의 식생 구조는 조류의 종다양성에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Song, 2015). 따라서 도시림을 도시근린공원으로 간주하고 위락성, 안정성, 쾌락성 등의 공원으로서의 기능을 충족시키는 장소로만 접근하는 관점에서, 생물다양성 감소라는 환경문제와 관련하여 환경보전의 기능 및 생태적인 기능에 주목하여 야생생물의 주요 서식처이면서 생태네트워크 구축을 위한 거점으로 주변 소생태계에 생물종의 공급원 역할을 할 수 있는 곳으로 간주하여 접근할 필요가 있다(Kim *et al*., 2000).

그러나 생활수준 향상과 여가시간의 증가로 도시림을 이용하는 시민들의 수가 늘어나면서 과도한 이용으로 무분별하게 생기는 등산로 및 지나친 레크레이션 행위는 도시림의 자연성을 훼손하고 있다. 더욱이 우리나라의 도시림은 대부분 1960-1970년대에 녹화를 목적으로 조림된 인공림으로서, 적절한 숲가꾸기가 이루어지지 않으면 밀식으로 인해 임목생장 및 종다양성 등의 자연적 회복에 문제가 발생할 수 있다. 산림형 도시림의 기능 극대화를 위해서 산림과 수목이 갖는 고유 특성을 살릴 수 있도록 가지치기, 간벌, 경관조성 등의 관리가 필요하다(Kim and Choi, 2012). 산업화가 일찍 진행되어 생활환경의 질적 저하, 환경오염 등을 미리 경험했던 유럽 및 북미에서는 자연식생 발달의 원리를 이용한 생태적인 옥외공간 조성, 생태적 천이의 원리에 기초한 식생복원 방법을 이용한 도시림 조성으로 종다양성 증진을 도모하고 있다(Hough, 1990). 우리나라에서도 생물 종다양성 보존의 관점에서 도시림의 식생상태 및 식생구조를 파악하여 생태적인 식생복원방법에 기초한 자연성 증진 방안을 모색할 필요가 있다.

현재 국내에서는 도시생태현황도 작성을 위한 자연환경조사를 진행하면서 도시지역의 생

물종 조사 자료가 축적되고 있다. Lee *et al.* (2004)은 서울 남산도시자연공원의 비오톱 구조에 대한 조사를 바탕으로 이에 대한 생태적 관리 방안을 제안하였으며, Cho *et al.*(2005)은 인천 백마도시자연공원 식생 유형을 밝히는 연구를 수행하였다. Park and Yun(2009)은 대전광역시 외곽을 감싸고 있는 도시림의 식생분류 연구를 수행하였다. 광주시(Lee and Oh, 1995). 울산시(Cho and Cho, 2002), 경주시(Yi and Choi, 2000) 등의 도시림에 대한 연구도 수행된 바 있다. 그러나 지역별로 도심 내에 존재하는 산림형 도시림의 식생현황 및 특성에 대한 정보는 아직 부족한 실정이다. 특히 숲의 기반이 되는 토양과 관련해서는, 대전 도시숲의 식생 및 토양특성을 밝힌 연구(Lee *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011a)가 있었으나, 도시림 식생을 대상으로 토양생물을 포함한 전반적인 토양환경을 함께 살펴본 연구는 매우 부족하다.

따라서 본 연구는 우리나라 중부권의 충청북도 청주시 도심에 위치한 도시림을 대상으로 자연성과 현존식생, 식생구조 및 밀도 등을 분석하는 한편, 토양의 생태학적 특성을 밝힘으로써 도시림의 생태적 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

매봉산은 충청북도 청주시 서원구에 위치하며, 전체 면적은 약 377,298㎡, 해발고는 142m로 사방이 주거지역으로 둘러싸여 있는 낮은 산지형 도시림이다(Figure 1). 정상부에는 정자가 설치되어 있으며, 곳곳에 시민들의 체력증진을 도모하기 위해 의자, 철봉, 평행봉 등 편의시설과 운동시설이 설치되어 있다. 또한 매봉산 전체에 여러 방향으로 나 있는 등산코스를 통해 사람들의 접근 및 이용이 빈번하다. 기상청(http://kma.go.kr)의 지난 11년간(2005년~2015년)의 기상자료에 따르면, 청주 지역의 연평균기온은 13.1℃, 연평균강수량은 1294mm로서, 냉온대 낙엽활수림대의 기후 특성을 나타내었다.

2. 조사 방법

2015년 4~6월에 예비조사를 통해 가능한 등

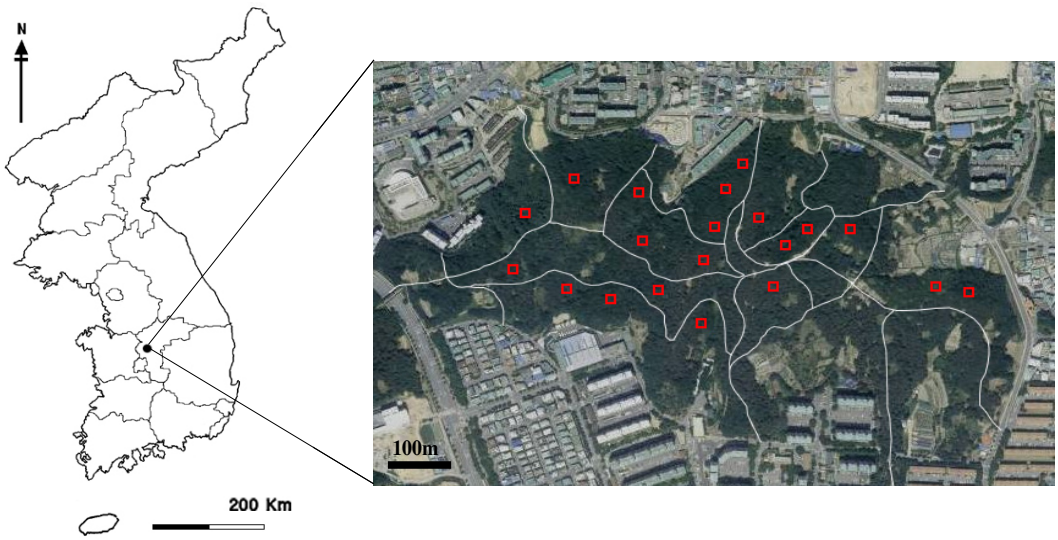

Figure 1. Location of Maebongsan urban forest in Cheongju-si (Square indicates the plots for vegetation analysis and white lines indicates trails.)

산객으로 인한 훼손이 없는 지역을 중심으로 지형, 사면 등의 생육 환경과 현존식생을 고려하여 조사지점을 선정하였으며, 2015년 9월에 15m × 15m 크기의 조사구 방형구 20개를 설치하고 식물사회학적 방법으로 본 조사를 수행하였다. 조사구의 환경요인은 해발고, 방위, 경사도를 비롯하여 조사구에 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층과 아교목층의 평균 수고, 평균 흉고직경 및 평균 피도 등을 조사하였다. 식물사회학적인 조사를 위하여 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분법을 사용하여 조사구 내의 출현종을 교목층(수고 8m이상), 아교목층(수고 8m 이하), 관목층(수고 3m 이하), 초본층으로 구분하여 조사하였다. 또한 각 조사구에 출현하는 수목 가운데 흉고직경 2cm 이상을 대상으로 매목조사를 실시하였다.

식생조사법에 따라 조사구 내에 출현하는 각 종의 피도와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance) 계급을 층위별로 구분하여 판정하여 기록하였다. 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(sociality) 계급은 조사에 포함하지 않았다. 수집된 식생자료는 ZM방식에 따른 군락분류 방법으로 표작성법에 의하여 식생단위를 추출하고 군락을 구분하였다(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974). 조사구 내 출현 식물은 가능한 현장에서 동정을 수행하였으며, 확인이 어려운 식물은 채집 후 Lee(2003)와 산림청의 국가표준식물목록(http://nature.go.kr)을 참고로 실내에서 동정하였다. 매목조사를 통해 얻은 자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 전체 종에 대한 조사지에 출현한 각 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합산한 중요치를 산출하고 흉고직경급을 분석하였다. 군집 내에서 중요치가 높은 교목의 흉고직경급 빈도 분포 자료를 기초로 교목층의 식생천이경향을 분석하였다(Whittaker, 1975).

토양은 각 조사구에서 조사구의 중앙과 네 모서리 지점에서 유기물층을 제거한 후 0~10cm 깊이로 채취하였으며, 실험실로 운반한 후 그늘에서 자연 건조한 후 토양의 이화학적 특성을 분석하였다. 토양 중 유기물함량은 작열감량법으로 분석하였고, 토성은 hydrometer법을 이용하여 점토, 미사, 모래의 비율을 구하였다. 토양 pH와 전기전도도는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 분석하였다.

토양미소절지동물 조사를 위한 토양 시료는 선정된 20개의 조사구에서 조사구를 4분위로 나눈 후 각 분위에서 수목에서 1m 이상 떨어지고 고사목이나 다른 훼손이 없는 지점을 선정하여 20 × 20cm 단위로 부식층을 포함한 표토를 채취하였다. 토양 시료는 Tullgren Funnel을 모사하여 제작한 장치에 부식층 250ml와 표토 250ml를 넣어 96시간 이상 동안 토양미소절지동물을 추출하였다. 추출된 토양미소절지동물은 70% Ethanol 수용액에 보관하였으며, 해부현미경(X10)을 이용하여 강 또는 목별로 구분한 후 개체수를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식물사회학적 방법에 의한 군락구분

총 20개의 조사구를 대상으로 조사구에 출현한 총 93종을 표작성법으로 구분을 하고 군락표를 작성하여 분석한 결과, 청주시 도심 매봉산은 리기다소나무 군락, 아까시나무 군락, 밤나무 군락, 상수리나무 군락, 스트로브잣나무 군락, 잣나무 군락, 일본잎갈나무 군락으로 분류되었다(Table 1).

1) 리기다소나무군락

리기다소나무군락에는 총 6개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 20~40°(평균 28°)이고 주로 남사면에 분포하는 것으로 나타났다. 낙엽층의 두께는 2~5cm(평균 3.8cm)였으며, 노암율은 0%로 암석이 노출된 곳은 없었다. 교목층의 수고는 평균 12m, 평균피도는 86%였으며, 리기다

소나무가 우점하나 조사구에 따라 소나무, 아까시나무, 은사시나무가 혼생하였다. 아교목층의 수고는 평균 약 7m, 평균피도는 21%였으며, 리기다소나무는 출현하지 않고, 밤나무와 아까시나무가 가장 많이 분포하였으며, 졸참나무, 고욤나무, 대팻집나무, 갈참나무, 일본목련, 목련, 산딸나무 등이 드물게 출현하였다. 관목층의 평균피도는 44%였으며, 졸참나무, 개암나무, 고욤나무, 밤나무 등이 주로 출현하였다. 초본층의 피도는 10~70%(평균피도 28%)로 식피율이 다양하게 나타났으며, 미국자리공이 모든 조사구에 출현하였고, 주름조개풀과 청미래덩굴 등이 주로 나타났다. 리기다소나무군락의 전체 평균출현종수는 22종이었다. 리기다소나무는 내건성이 높아 척박한 토양에서도 생장이 양호하다는 장점 때문에 1970년대에 사방용으로 널리 식재되었는데, 군락은 대개 남사면에 분포하는 특성을 보인다(Yee *et al*., 2009). 청주 도시숲에 존재하는 리기다소나무군락도 황폐지 복구사업의 일환으로 조림된 인공림으로 판단된다. 그러나 아교목층 이하에서 리기다소나무가 출현하지 않는 등 천이과정에서 볼 때, 현재 리기다소나무군락은 점차 쇠퇴하고 졸참나무와 같은 참나무림으로 천이가 진행될 것으로 판단된다.

2) 아까시나무군락

아까시나무군락에는 총 5개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 25~40°(평균 33°)이고 주로 북사면에 분포하였다. 낙엽층의 두께는 1~6.5cm (평균 3.1cm)였으며, 암석이 노출된 곳은 없었다. 교목층은 수고가 평균 17m, 평균피도는 81%로, 우점하는 아까시나무와 함께 밤나무가 주로 혼생하고, 팽나무, 신갈나무가 일부 출현하였다. 아교목층의 수고는 평균 약 7m, 평균피도는 46%였으며, 밤나무가 가장 많이 출현하고, 졸참나무, 갈참나무, 아까시나무, 목련 등이 간혹 분포하였다. 관목층의 평균피도는 37%로 개암나무가 주로 출현하였으며, 신갈나무, 졸참나무, 쥐똥나무, 팽나무 등이 간혹 분포하였다. 초본층의 피도는 10~95%(평균 48%)로 조사구에 따라 다양하였으며, 주름조개풀이 모든 조사구에 출현하였으나, 산딸기, 미국자리공, 파리풀, 족제비고사리, 큰기름새 등도 주로 나타났다. 아까시나무군락의 전체 평균출현종수는 20종이었다. 아까시나무는 사방용으로 많이 식재되었기 때문에, 본 연구 조사지의 아까시나무군락은 조림식생으로 판단되나, 점차 하층식생에 출현하는 수종으로 교체될 것으로 보인다.

3) 밤나무군락

밤나무군락에는 총 3개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 30~35°(평균 32°)이고 북동 및 북서사면에 주로 분포하였다. 암석이 노출된 곳은 없었으나, 낙엽층의 두께는 0.5~2cm(평균 1cm)로 다른 식물군락에 비해 낙엽층이 크게 발달하지 않은 것으로 나타났다. 교목층은 수고가 평균 12m, 평균피도는 97%로, 우점종 밤나무 외에 소나무, 리기다소나무, 상수리나무, 물오리나무 등이 드물게 혼생하였다. 아교목층의 수고는 평균 7m, 평균피도는 43%였으며, 모든 조사구에서 졸참나무가 출현하였으며, 밤나무, 벚나무 등이 혼생하였다. 관목층의 평균피도는 30%로, 밤나무, 벚나무, 개암나무, 다릅나무 등이 출현하였다. 초본층의 평균피도는 13%로 다른 식물군락에 비해 발달이 미약하며, 족제비고사리, 청미래덩굴이 드물게 출현하였다. 밤나무군락의 전체 평균출현종수는 17종이었다. 밤나무군락은 조림식생이며, 본 연구 조사지에서는 교목층에서 밤나무의 피도가 매우 높은 반면, 빈약한 초본식생과 낙엽층을 보였으나, 교목층의 밤나무 피도가 45%정도로 높지 않았던 지역에서는 초본층이 잘 발달하는 것으로 보고되었다 (Kwon *et al*., 2008)

4) 상수리나무군락

상수리나무군락에는 총 3개의 조사구가 포함

되었으며, 경사도는 20~40°(평균 30°)이고 동쪽 및 서쪽 사면에 걸쳐 다양하게 분포하였다. 낙엽층의 두께는 1~4cm(평균 3cm)였으며, 암석이 노출된 곳은 없었다. 교목층은 수고가 평균 17m, 평균피도는 90%로, 우점종 상수리나무와 함께 일부에서는 리기다소나무 또는 밤나무가 혼생하였다. 아교목층의 수고는 7m, 평균피도는 48%였으며, 아까시나무, 밤나무, 목련이 주로 출현하였다. 관목층의 평균피도는 43%로, 졸참나무, 벚나무, 개암나무, 목련이 주로 나타났다. 초본층의 평균피도는 17%였으며, 졸참나무, 청미래덩굴이 주로 출현하였다. 상수리나무군락의 전체 평균출현종수는 18종이었다. 상수리나무군락은 해발고가 낮은 지역이나 도시 근교 및 야산에 출현하며, 대전 대덕연구단지의 산림식생에서도 확인되었으며, 공주시의 공산성 산림식생을 구성하는 주요 군락으로 나타났다(Song *et al*., 2001; Cheong *et al*., 2007). 그러나 앞선 연구와 달리 본 연구에서 확인된 청주시 도시림의 상수리군락은 출현종수나 식생 구조 측면에서 매우 빈약한 것으로 확인되었다.

5) 스트로브잣나무군락

스트로브잣나무군락에는 1개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 25°로 남서사면에 위치하였다. 낙엽층의 두께는 3.5cm였으며 노출된 암석은 없었다. 교목층의 수고는 13m였으며 식피율은 100%로, 우점하는 스트로브잣나무가 빽빽이 분포하였다. 아교목층은 관찰되지 않았다. 관목층의 식피율은 7%로 다른 식물군락에 비해 매우 낮은 편이며, 상수리나무, 굴참나무, 조팝나무가 출현하였다. 초본층의 식피율 역시 5%로 매우 낮으며, 청미래덩굴, 청가시덩굴, 사위질빵, 주름조개풀 등이 나타났다. 스트로브잣나무군락은 전형적인 조림식생이며, 하층식생에 스트로브잣나무가 전혀 출현하지 않는다는 점에서 천이과정에서 점차 쇠퇴하고 하층에 나타나는 참나무류 식생으로 변화될 것으로 판단된다.

6) 잣나무군락

잣나무군락에는 1개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 30°로 남동사면에 위치하였다. 낙엽층의 두께는 2cm였으며, 암석노출도는 0%였다. 교목층의 수고는 13m로 식피율은 85%였으며, 우점종 잣나무와 함께 밤나무와 은사시나무가 혼생하였다. 아교목층의 수고는 3m, 식피율은 30%로, 밤나무, 고욤나무, 때죽나무가 출현하였다. 관목층은 식피율이 45%로, 밤나무, 쥐똥나무, 팽나무 등이 혼생하였다. 초본층의 식피율은 85%로 주름조개풀, 족제비고사리, 청가시덩굴, 담쟁이덩굴 등이 혼생하였다. 본 연구 조사지의 잣나무군락은 조림식생으로 보이며, 대전 장태산 자연휴양림의 잣나무군락에서도 하층식생에 밤나무가 많이 출현하는 것으로 보고되었다(Kwon *et al*., 2008). 또한, 경기 포천의 대학 학술림에서 확인된 잣나무군락 분포지와 경사도가 비슷하며(Lee *et al*., 2008), 하층식생에 잣나무가 거의 없다는 점에서 시간이 지남에 따라 점차 쇠퇴할 것으로 판단된다.

7) 일본잎갈나무군락

일본잎갈나무군락에는 1개의 조사구가 포함되었으며, 경사도는 20°로 동쪽 사면에 위치하였다. 낙엽층의 두께는 0.5cm로 얕은 편이었으며, 암석노출도는 0%였다. 교목층의 수고는 20m, 식피율은 90%였으며, 우점종 일본잎갈나무와 함께 밤나무와 리기다소나무가 혼생하였다. 아교목층의 수고는 6.5m, 식피율은 95%로, 목련이 주로 출현하였고 밤나무가 혼생하였다. 관목층의 식피율은 50%로, 목련, 개암나무 등이 주로 출현하였다. 초본층의 식피율은 30%였으며 목련이 우점하였다. 일본잎갈나무는 속성수로 산림녹화 및 사방용으로 우리나라에 널리 심겨졌으므로 본 연구지의 일본잎갈나무군락은 조림식생이다. 그러나 본 연구 조사지의 잎갈나

Table 1. Vegetation table of forest community of Maebongsan urban forest in Cheongju-si

A. *Pinus rigida* community B. *Robinia pseudoacacia* community C. *Castanea crenata* community
D. *Quercus acutissima* community E. *Pinus strobus* community F. *Pinus koraiensis* community
G. *Larix kaempferi* community

Community type		A						B					C			D			E	F	G
Serial number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Releve number		4	5	6	13	14	15	2	3	8	10	12	7	16	17	9	19	20	18	1	11
Slope degree(°)		25	20	40	20	35	30	40	40	30	30	25	35	30	30	40	30	20	25	30	20
Direction(°)		112	210	330	180	130	164	40	0	340	348	342	298	22	80	98	230	340	210	140	100
Topography		slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope	slope
Litter(cm)		5	3	5	4.5	2	3	3.5	2.5	6.5	2	1	2	0.5	0.5	4	3	1	3.5	2	0.5
Rock exposure(%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Area		15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15	15X15
Height(m)	T1	13	13	13	13	11	10	15	12	20	18	18	11	12	12	20	15	15	13	13	20
	T2	7	6	6	8	6	6	8	7.5	6	8	6	6	8	8	5	8	8	•	3	6.5
Coverage(%)	T1	70	95	90	90	85	85	85	80	75	95	70	100	95	95	95	95	80	100	85	90
	T2	10	30	30	35	5	15	30	70	50	45	35	20	65	45	25	70	50	0	30	95
	S	40	45	60	50	40	30	30	35	45	35	40	30	30	30	45	50	35	7	45	50
	H	70	15	20	45	10	10	10	85	10	40	95	25	5	10	20	15	15	5	85	30
Number of species		25	29	20	20	14	22	13	27	17	19	22	18	17	16	20	16	18	17	29	17
Pinus rigida	T1	4	4	4	4	5	5	1							2		2	3	2		1
Pinus rigida	H	r																			
Quercus serrata	T2			2						2	+		1	2	1			+			
Quercus serrata	S	1	+	3	1	2	1	+	+	1		+			+	+	2	1		+	+
Quercus serrata	H			+	+	+					r		r			+	1	+			
Pinus densiflora	T1		2	2	3								3								
Diospyros lotus	T2						1						+							1	
Diospyros lotus	S	+	+	+	+		+						+								
Diospyros lotus	H	r																	r		
Robinia pseudoacacia	T1		3					5	5	5	5	4									
Robinia pseudoacacia	T2	+	3		2							2					4	3			
Robinia pseudoacacia	S		+	+			+								+			1		+	
Robinia pseudoacacia	H			+	r	r	r		+	r				r		r	r	r			
Oplismenus undulatifolius	H		1	+	2		r	1	4	r	+	2	r	r	r		r	r	r	3	r
Corylus heterophylla	S			1	2	2		+	r	1	2	1	1			1		1			2
Corylus heterophylla	H	r		+	+					+			+					+			
Quercus mongolica	T1							+		2			1								
Quercus mongolica	T2							+													
Quercus mongolica	S		1					2	+	1										+	
Quercus mongolica	H						r	+		r											
Phytolacca americana	H	+	+	r	r	r	r	+	+		+							r		+	
Castanea crenata	T1	2					2	3	3			1	5	5	5	2				1	1
Castanea crenata	T2		2	2	1	1				3	1	1		2	2	2		+		1	1
Castanea crenata	S		1	+	1	1	+					+		1	2	+				1	
Castanea crenata	H				r							r	+		r	r					
Prunus serrulata var. *spontanea*	T2		+										2		2						
Prunus serrulata var. *spontanea*	S				1									1	+	+	2	1			+
Prunus serrulata var. *spontanea*	H				r	r									r						
Quercus acutissima	T1													2		5	5	5			
Quercus acutissima	S		+			+	+												+		
Quercus acutissima	H					r															
Magnolia kobus	T2		+									2				+	+	2			
Magnolia kobus	S		+		2				r	+			r	1	+	+	+	1		+	3
Magnolia kobus	H				+	r				r		r			+	r			r		2
Pinus strobus	T1																		5		
Pinus strobus	S																	+			
Pinus strobus	H																	r			
Pinus koraiensis	T1								+											5	
Pinus koraiensis	S							r													
Pinus koraiensis	H	r	r																		
Dryopteris bissetian	H	+	r	r	r			+	1	r	+		+	r	+	+			r	3	r
Populus tomentiglandulosa	T1	2																		1	
Populus tomentiglandulosa	S																			+	
Populus tomentiglandulosa	H	+																		+	
Larix kaempferi	T1																				5
Cornus controversa	T2										1										
Cornus controversa	S																			+	
Ligustrum obtusifolium	S		+		+						1	+		+						1	
Rosa multiflora	S											+									

Table 1. continue

A. *Pinus rigida* community B. *Robinia pseudoacacia* community C. *Castanea crenata* community
D. *Quercus acutissima* community E. *Pinus strobus* community F. *Pinus koraiensis* community
G. *Larix kaempferi* community

Community type		A						B					C			D				E	F	G
Rosa multiflora	H										r											
Indigofera kirilowii	T2																					
Indigofera kirilowii	H	r	r								r											
Aralia elata	H				r		r				r											
Styrax japonica	T2												1								2	
Styrax japonica	S				+			+	r				+	+							+	
Styrax japonica	H	r														+			r			
Morus bombycis	S		+																		+	
Morus bombycis	H								r													
Cedrela sinensis	S																				r	
Lindera obtusiloba	S							+													+	
Lindera obtusiloba	H	+																				r
Kalopanax septemlobus	S																				+	
Kalopanax septemlobus	H	+																				
Ailanthus altissima	S						r															
Ailanthus altissima	H		r																		r	
Rubus crataegifolius	H	+	+				r		r			1									r	r
Erigeron annuus	H											r									r	
Euonymus fortunei var. *radicans*	H																				r	
Dioscorea japonica	H																				r	
Spiraea prunifolia var. *simpliciflora*	S						r					r								+		
Achnatherum pekinense	H						r	r				1										
Acer buergerianum	T2								+													
Acer buergerianum	H		r										r							r		
Amorpha fruticosa	S								+													
Alangium platanifolium var. *trilobum*	S								r													
Callicarpa japonica	S								r													
Akebia quinata	H								1													
Commelina communis	H		r						+			r										
Persicaria thunbergii	H								+													
Malus sieboldii	S												r									
Phryma leptostachya var. *asiatica*	H											4										
Potentilla fragarioides var. *major*	H											r										
Artemisia princeps var. *orientalis*	H											r										
Rubia akane	H				r																	
Pueraria thunbergiana	H					r																r
Ilex macropoda	T2						1															
Rhus javanica	H						r															
Solanum lyratum	H						r															
Kalopanax septemlobus	H																					r
Styrax obassia	S			1						+			+	+		r						
Styrax obassia	H	1								r			r									
Rhododendron yedoense var. poukhanense	H			r						r							r					
Diospyros kaki	T2																	1				
Diospyros kaki	S			+			r														+	
Diospyros kaki	H	r		r													r					
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum*	H			+						r												
Rubus hirsutus	H		r																			
Spodiopogon cotulife	H		r																			
Clematis aoiifolia	H		r									+								r		
Pteridium aquilinum var. latiusculum	H		+									r										
Alnus hirsuta	T1												2									
Smilax sieboldii	H	+						r	r							r		r	r	1		
Euonymus japonicus	H								r													
Carex lanceolata	H									r	+		r	r		r			r			
Lilium longiflorum	H															r						
Maackia amurensis	T2	+																				
Maackia amurensis	S											1									r	
Maackia amurensis	H								r			+										
Quercus aliena	T2		1					2		+		1			2							
Quercus aliena	S		+	r	+	r																+
Quercus aliena	H			r	r	+						r										
Parthenocissus tricuspidata	H	2			r		r														1	
Rhus tricocarpa	S	+	+																			
Smilax china	H	+		1	+	r	r		+	r	r		+			+	1	r	+			r
Achyranthes japonica	H								+			+										
Liriope platyphylla	H								+													
Celtis sinensis	T1								2													

Table 1. continue

A. *Pinus rigida* community B. *Robinia pseudoacacia* community C. *Castanea crenata* community
D. *Quercus acutissima* community E. *Pinus strobus* community F. *Pinus koraiensis* community
G. *Larix kaempferi* community

Community type		A						B						C			D				E	F	G
Celtis sinensis	T2									+													
Celtis sinensis	S					r		l						+	+				r			l	
Celtis sinensis	H							+															
Symplocos chinensis for. *pilosa*	S	+		r					+	+													+
Symplocos chinensis for. *pilosa*	H	+								r			r										
Persicaria blumei	H							r			+												
Rhododendron mucronulatum	S			+									+				+						
Rhododendron mucronulatum	H			r									r										
Magnolia obovata	T2	+				l																	
Magnolia obovata	H												r				+	r					r
Chrysanthemum zawadskii var. *latilobum*	H														r								
Solanum lyratum	H														r								
Solidago serotina	H														r								
Spodiopogon cotulifer	H														r								
Quercus variabilis	S																			+			
Quercus variabilis	H																	r	r				
Acer palmatum	H																	r		r			
Rhododendron yedoense var. *poukhanense*	H																r						

무군락은 대전의 자연휴양림에서 확인된 일본잎갈나무군락에는 우리나라 산림에서 쉽게 볼 수 있는 때죽나무, 국수나무, 병꽃나무, 고추나무가 관목층에, 그리고 물봉선 및 주름조개풀이 초본층에 출현하였다는 기존 연구결과(Kwon *et al*., 2008)나 경기 포천에서 확인된 식생이 잘 발달된 잎갈나무군락에 대한 보고(Lee *et al*., 2008)와는 매우 상이한 특성을 보여주었다.

2. 중요치 분석

청주시 매봉산 도시림 내 20개의 조사구에 출현한 수목 29종을 대상으로 중요치를 분석한 결과, 전체 군락에서 나타난 중요치는 밤나무가 56.88%로 가장 높았으며, 다음으로 아까시나무 51.29%, 리기다소나무 48.76%, 졸참나무 19.96%, 상수리나무 18.98% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 이하에서 주로 출현하였던 목련이 11.59%로, 소나무(11.01%)보다 높은 중요치를 보였다. 천이경로상 참나무 수종으로 바뀌는 과정에 있지만, 과거 산림녹화 및 경제수종으로 심겨진 밤나무, 아까시나무, 리기다소나무 등의 조림수종이 여전히 청주 도시림의 식생을 대표하는 우점종의 위치를 차지하고 있음을 알 수 있다. 또한 공주시 공산성 산림식생의 관목층에서 많이 나타난 작살나무, 생강나무, 국수나무 등의 수목이(Cheong *et al*., 2007) 본 연구 조사지의 관목층에서는 매우 빈약하고 목련 등의 도시 조경수종의 중요치가 높다는 점은 인위적인 영향이 상대적으로 강하게 작용하고 있음을 나타낸다고 볼 수 있다. 밤나무, 아까시나무, 리기다소나무 순림 등의 인공조림지는 천이유도 가능단계의 녹지공간으로 자생 참나무류로의 천이를 유도하는 것이 바람직하다(Han and Lee, 2001).

3. 흉고직경급 분석

흉고직경급별 분포는 산림에서 수목의 수량 및 구조를 간접적으로 나타내는 표현방법으로(Kim and Oh, 1993), 식물군집의 구조를 파악하여 생태적 천이과정을 예측하는 데 유용한 방법으로 널리 사용되고 있다(Lee *et al*., 1990). 청주시 매봉산 도시림의 주요 우점종인 리기다소나무, 밤나무, 상수리나무, 아까시나무, 졸참나무의 흉고직경급별 분포도를 작성한 결과(Figure 2), 가장 높은 중요도를 보인 밤나무와 아까시나무는 인공적으로 조림된 수종이지만 흉고직경 5cm 이하의 어린 개체 밀도가 높다는 점에서 자연적으로 갱신되면서 앞으로도 우점종의 지위를 유지할 것으로 판단된다. 리기다소나무는 흉

Table 2. Importance value of tree species of Maebongsan urban forest in Cheongju-si

Species	Relative density(%)	Relative frequence(%)	Relative coverage(%)	Importance value(%)
Castanea crenata	18.00	19.92	18.96	56.88
Robinia pseudoacacia	10.00	19.72	21.57	51.29
Pinus rigida.	12.00	18.93	17.83	48.76
Quercus serrata	7.00	8.88	4.09	19.96
Quercus acutissima	4.00	5.33	9.65	18.98
Magnolia kobus	5.00	3.55	3.04	11.59
Pinus densiflora	4.00	3.35	3.65	11.01
Pinus strobus	1.00	5.33	3.04	9.37
Pinus koraiensis	2.00	3.75	3.04	8.79
Quercus aliena	5.00	1.97	1.22	8.19
Corylus heterophylla	4.00	0.59	2.61	7.20
Quercus mongolica	3.00	1.18	2.87	7.05
Prunus serrulata	3.00	2.17	1.83	7.00
Larix kaempferi	1.00	0.79	3.04	4.83
Populus tomentiglandulosa	2.00	0.20	1.39	3.59
Diospyros lotus	3.00	0.39	0.17	3.57
Celtis sinensis	2.00	0.39	0.77	3.16
Styrax japonica	2.00	0.79	0.61	3.40
Magnolia obovata	2.00	0.39	0.09	2.48
Diospyros kaki	1.00	0.59	0.09	1.68
Cornus controversa	1.00	0.20	0.10	1.30
Maackia amurensis	1.00	0.20	0.09	1.28
Ilex macropoda	1.00	0.20	0.09	1.28
Rhododendron mucronulatum	1.00	0.20	0.05	1.25
Spiraea prunifolia var. *simpliciflora*	1.00	0.20	0.03	1.23
Smilax sieboldii	1.00	0.20	0.02	1.21
Malus sieboldii	1.00	0.20	0.02	1.21
Clematis apiifolia	1.00	0.20	0.02	1.21
Quercus variabilis	1.00	0.20	0.02	1.21
total	100	100	100	300

고직경 기준으로 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고 중간 개체의 밀도가 높은 정규분포의 형태를 보이고 있어 일정 기간 동안은 높은 중요치를 유지할 것으로 판단된다. 그러나 흉고직경 5cm 이하의 개체 밀도가 낮기 때문에 중요치가 점차 쇠퇴할 것으로 판단된다. 상수리나무는 흉고직경 25cm 이상의 대경목 밀도가 높은 반면 그 이하의 어린 개체 밀도가 낮은 점에서 과거에 인공적으로 식재된 것으로 판단되며, 점차 쇠퇴할 것으로 판단된다. 자연 식생을 이루는 졸참나무는 중간 크기 이상의 개체는 적지만 어린 개체의 밀도가 높으므로 중요치가 증가하면서 앞으로 리기다소나무를 밀어내고 우점종이 될 가능성이 높다고 판단된다.

그러나 청주시 도시림의 자연 식생 중요도를 높이기 위해서는 우점종의 지위를 유지하고 있는 조림수종에 대한 관리가 필요하다. 도시림의 생태적 복원을 위한 선택적 벌채는 원식생의 복원 및 생물다양성 증진에 도움이 된다(Kim *et al*., 2000). 아까시나무는 도시림에서 관리 대상으로서 제거 대상 수종으로 간주되므로(Cheong *et al*., 2007), 본 연구 조사지인 청주시 매봉산

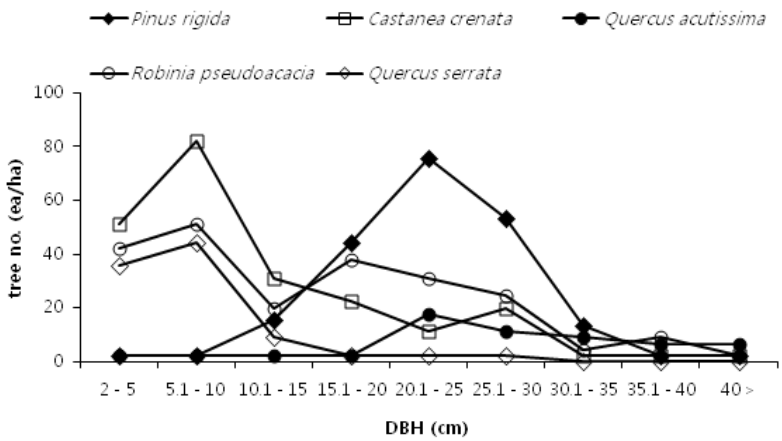

Figure 2. DBH distribution of major tree species of Maebongsan urban forest in Chengju.

도시림에서도 아까시나무에 대한 적절한 관리가 필요하며, 조림수종인 밤나무 역시 적절한 제거를 통해 관리를 해줄 필요가 있다.

4. 식물군락의 토양환경 특성

청주 매봉산 도시림의 식물군락에서 채집된 토양의 토성은 주로 양질사토 또는 사양토로 모래 함량이 높은 특성을 보였다. 한국지질자원연구원의 웹 제공 자료에 따르면 청주 매봉산 도시림은 모재가 화강암으로 이루어진 지역이다(https://mgeo.kigam.re.kr). 모래가 많은 토양은 경사지에서 흘러내림 및 침식의 가능성이 높은데, 화강암이 모재인 지역에서는 식물에 의한 풍화가 충분히 일어나지 않았을 경우 모래 비율이 높은 토양이 나타난다(Park *et al.* 2006). 따라서 본 연구지 또한 도시림 식생에 의한 토양 형성이 오래되지 않았거나 자연적인 토양 형성 과정이 인위적인 간섭의 영향을 많이 받았을 가능성을 의미한다고 볼 수 있다.

토양의 수분함량은 상수리나무군락의 8.0%에서 잣나무군락의 12.4%까지의 범위를 보였다. 토양 내 유기물의 함량은 토양의 물리적 및 화학적 특성에 큰 영향을 미치는 중요 인자의 하나이다(Brady, 2008). 우리나라 산림토양의 평균 유기물 함량은 A층 2.12~10.40%, B층 0.96~6.39%로 보고되었다(Jeong *et al.*, 2002). 청주 매봉산 도시림 식물군락의 토양 유기물 함량은 밤나무군락이 5.36%로 가장 낮았으며, 리기다소나무군락이 9.02%로 가장 높은 것으로 나타났다. 월악산 국립공원의 식물군락을 대상으로 한 Shin *et al.* (2011)의 연구에서 토양 유기물 함량은 굴참나무군락이 9.6%로 가장 낮은 값을 보였지만, 다른 식물군락들은 거의 10% 이상의 토양 유기물 함량을 보였다. 따라서 청주 매봉산 도시림 식물군락의 토양 유기물 함량은 자연식생이 잘 발달된 지역의 토양에 비해 낮은 수준이라고 볼 수 있다.

토양 전기전도도는 토양 내 염의 수준을 간접적으로 보여주는 지표로, 상수리나무군락의 토양 전기전도도가 2.74μs/cm로 가장 낮았으며, 잣나무군락을 제외한 다른 식물군락은 3~5μs/cm 수준으로 큰 차이가 없는 듯 보였다. 다른 군락과 비교하여 잣나무군락은 특이하게 높은 토양 전기전도도 값을 보였는데, 이는 잣나무군락의 토양 내 과도한 염이 자연적인 과정보다는 인위적인 영향에 의한 것일 수도 있다는 추론을 가능하게 한다. 토양 pH는 잣나무군락에서는 5.0 이상의 값을 보였지만, 다른 군락에서는 4.39~4.98의 범위를 나타냈다. 이는 Kim *et al.*(2011a)이 대전

Table 3. Physio-chemical characteristics of soils from Maebongsan urban forest in Cheongju-si

Plant community	sand (%)	silt (%)	clay (%)	Soil texture	Water content (%)	LOI (%)	EC (μs/cm)	pH
Pinus rigida community	80.8	14.6	4.6	loamy sand	8.6	9.02	4.54	4.68
Robinia pseudoacacia community	76.0	19.0	5.0	loamy sand	12.1	8.81	5.33	4.94
Castanea crenata community	82.5	15.0	2.5	loamy sand	9.4	5.36	3.53	4.88
Quercus acutissima community	84.2	14.2	1.7	loamy sand	8.0	6.09	2.74	4.87
Pinus strobus community	77.5	20.0	2.5	loamy sand	15.3	7.14	4.28	4.86
Pinus koraiensis community	65.0	22.5	12.5	sandy loam	12.4	7.63	51.0	5.32
Larix kaempferi community	77.5	20.0	2.5	loamy sand	9.9	7.44	3.94	4.39

시 도시숲의 토양에 대한 보고한 pH값(4.0~4.6)과 비슷하나, Jeong *et al.*(2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 평균 pH값(A층: 5.48, B층: 5.52)보다 낮은 것으로, 토양 산성화 상태임을 의미한다. 지나친 토양 산성화는 치환성 양이온의 용탈로 인한 양분 부족 및 토양 미생물 활성 저하로 인한 양분 순환 저해 등을 일으킬 가능성이 있으므로, 주요 식물군락에 대해 토양 상태를 지속적으로 확인하여 토양개량제 투입 등의 대책을 마련할 필요가 있다.

5. 식물군락별 토양 미소절지동물

청주 매봉산 도시림의 식물군락에서 채집된 토양미소절지동물 분류군은 5강 1목이었다(Table 3). 토양생물의 풍부도 및 다양성은 우점하는 수목 종류 및 토양 종류에 따라 달라질 수 있다(Loranger-Merciris *et al.*, 2007). 국내 연구 보고에 따르면, 농경지, 저수지 주변 식생, 산림식생 등의 식생유형 간에 생물종다양도의 차이는 명확하게 나타나지 않지만, 토양무척추동물 군집은 명확하게 구분되는 것으로 확인되었다(Kim *et al.*, 2009). 또한 토양미소절지동물의 식생 의존적인 특징은 조림지의 관리 방식에 따라 토양미소절지동물의 개체수에 큰 차이가 나타날 수 있는 것으로 확인되었다(Oh *et al.*, 2001). 특히, 응애의 풍부도 및 종수가 교란이 심할수록 낮아지는 것으로 나타났

Table 4. Abundance of soil microarthropods from the plant communities of Maebongsan urban forest in Cheongju-si (no./soil+litter L).

Soil Invertebrate	*Pinus rigida* community	*Robinia pseudoacacia* community	*Castanea crenata* community	*Quercus acutissima* community	*Pinus strobus* community	*Pinus koraiensis* community	*Larix kaempferi* community
Acarina	75.0	76.0	18.7	75.3	156.0	0.0	92.0
Araneae	0.3	2.0	0.7	3.3	3.3	0.0	0.0
Isopoda	1.0	0.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Myriapoda	0.7	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Collembola	6.7	33.6	6.0	18.7	40.0	4.0	16.0
Insecta	12.7	15.6	1.3	9.3	4.0	4.0	30.0
Total	96.3	132.4	26.7	106.7	202.0	8.0	138.0

다(Kim *et al*., 2011b).

본 연구 조사지의 밤나무군락 및 잣나무군락에서는 응애류 및 톡토기류의 개체수가 적어 전체 토양미소절지동물 개체수가 낮게 나타났다. 사람들에 의한 열매채취와 같은 인위적인 영향을 받을 가능성이 높은 밤나무군락은 낙엽층의 발달이 미약하고 토양 유기물함량이 다른 군락에 비해 낮다는 점이 영향을 미친 것으로 판단된다. 잣나무군락은 매봉산 등산로 입구에 위치한데다 인접한 곳에 묘지가 있어 인위적인 영향에 취약하다고 볼 수 있다. 묘지 조성으로 인한 식생에 미치는 인간간섭의 심각성은 경산시 근방의 산림식생 연구에서도 보고되었다(Hong *et al*., 2011). 따라서 밤나무군락과 잣나무군락의 빈약한 토양미소절지동물상은 인위적인 영향이 강하게 반영된 결과라 할 수 있다.

IV. 결 론

청주시 매봉산 도시림에서 확인된 식생은 리기다소나무군락, 아까시나무군락, 밤나무군락, 상수리나무군락, 스트로브잣나무군락, 잣나무군락, 일본잎갈나무군락으로 대부분 인공조림식생이며, 리기다소나무군락 및 아까시나무군락이 가장 많이 확인되었다. 확인된 식물군락들은 다층식생구조를 형성하고 있으나 구성종의 다양성은 다소 낮은 편으로 인공조림수종이 주로 출현하였다. 하층식생 또한 종다양성이 빈약하며, 우리나라 산림에서 자주 나타나는 식물종의 풍부도가 낮은 것으로 확인되었다. 중요치 및 흉고직경 분석 결과, 인공조림식생은 참나무류로의 자연식생으로 천이가 일어나는 과정에 있으나, 밤나무, 아까시나무, 리기다소나무 등의 조림수종이 식생을 대표하는 우점종의 위치를 일정 기간 동안 유지할 것으로 예상되었다. 식물군락별로 토양 특성 및 미소절지동물을 분석한 결과, 전반적으로 토양은 모래 비율이 높고 유기물 함량이 낮으며 산성화도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 인위적인 간섭이 심한 것으로 여겨지는 밤나무군락과 잣나무군락에서 토양미소절지동물상이 매우 빈약한 것으로 확인되었다.

청주시 매봉산 도시림은 주거지역에 인접하여 접근성 및 교란정도가 높은 산림으로 Lee *et al*.(2009)의 도시숲 유형화에서 제4유형인 주거지 인접형 도시숲에 해당하는 것으로 판단된다. Lee *et al*.(2009)에 따르면 교육 및 휴양기능을 적극적으로 도입해야 하는 주거지 인접형 도시숲의 경우, 보전지역과 이용지역을 구분하여 관리하기 위하여 보전지역에는 동식물의 서식공간을 조성하고 이용중심 지역에는 주민을 위한 휴식 공간을 조성할 필요가 있다. 현재 청주시 매봉산 도시림은 정상 및 능선부에 배드민턴장 및 운동시설이 설치되어 시민 휴양 기능 공간은 충분히 제공되고 있다. 그러나 주변에 산재하는 경작지 및 묘지와 시민들의 무분별한 등산로 이용은 토양 및 양분 유실을 일으키고 안정적인 자연식생의 발달을 지속적으로 교란하는 요인으로 작용하고 있다. 본 연구의 결과에서도 나타났듯이 현재 청주시 매봉산 도시림은 교육 기능 및 도시의 생물종 서식처 네트워크를 위한 생물자원이 구조적으로 빈약하다.

따라서 우선적으로 보다 정밀한 생태조사를 통해 자연성이 높은 공간을 찾아 보전공간으로 설정하여 도심 속 생물 서식처 네트워크 및 교육적 기능의 잠재성을 높여야 할 것이다. 더불어 무분별한 등산로 확장으로 인한 자연식생 파괴 및 외래식물의 유입, 답압 및 토양유실의 피해를 줄이기 위한 대책으로 숲 안쪽으로의 진입을 막는 안내문 및 숲길 안내용 로프 설치 등을 통해 탐방로를 정리하고 관리할 필요가 있다. 원활한 자연식생으로의 천이유도를 위하여, 귀화식물에 대한 조사를 통해 관리방안을 마련하고, 인공조림수종의 적절한 밀도조절 방안을 고려하는 한편, 수종갱신을 위하여 자연 식생의 구조를 모델로 산림에서 출현 가능한 생태적으

로 적합한 종을 식재하는 방안도 고려할 필요가 있다. 지상 식생발달을 뒷받침하는 토양 환경의 개선을 위하여 토양 산성화가 심한 지역에 대해서는 석회, 고토 등의 토양 개량제를 처리하는 방안을 고려하며, 건조가 심하고 낙엽층이 빈약한 지역은 목재 칩 산포 등의 인위적인 유기물층 조성을 통해 다양한 토양생물의 서식처 토대를 제공하고 유기물 및 양분공급이 원활하게 이루어질 수 있는 환경을 마련해줄 필요가 있다.

감사의 글

본 연구의 야외조사 및 시료 채집, 실내분석 과정은 김진영, 김진욱, 신현섭, 박은범, 박지현, 봉효종, 양은영, 정현희의 도움으로 수행될 수 있었으며 이에 감사드립니다.

References

Brady NC. 2008. The nature and properties of soils (14th ed). Prentice-Hall. pp. 965

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie: grundzüge der vegetationskunde. Springer-Verlag, New York. 631pp.

Byun WH · Lee J-H · Seo E-C · Kim T-J and Hong Y. 2003. A study on urban resident's preference for developing urban recreational forest - The case study on Seoul, Daegu/Gyungbuk, Gyunggido. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 7(2): 19-25. (in Korean with English summary)

Cheong Y · Kweon Y · Lee S · Choi J and Song J. 2007. Structure of forest vegetation in Gongsanseong, Gongju-Shi. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 10(2): 16-25. (in Korean with English summary)

Cho HJ and Cho JH. 2002. Vegetation unit and landscape structure for conservation and management of urban forest in Ulsan city, Korea - On Mt. Yeompo -. Journal of Korean Forestry Society. 91(5): 593-600. (in Korean with English summary)

Cho W · Kim JY and Hong SH. 2005. Actual vegetation types and characteristics of the Baengma urban natural park in Incheon. Korean Journal of Environment and Ecology. 19(4): 358-366. (in Korean with English summary)

Cho YH and Shin SY. 2002. The effects of urban forest on summer air temperature in Seoul, Korea. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 30(4): 28-36. (in Korean with English summary)

Curtis JT and McIntosh RP. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.

Han BH and Lee KJ. 2001. Management devices of urban forest in accordance with ecological characteristics in the case of Bucheon city. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 29(1): 51-66. (in Korean with English summary)

Hong MS · Kim JB and Cho KJ. 2011. A study on classification and characteristics of the forest vegetation in the Mt. Jang-gun. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 15(3): 23-29. (in Korean with English summary)

Hough, M. 1990. Formed by nature: A definition of the green city. Gorden, D. (ed.), *Green Cities: Ecologically Sound Approaches to Urban Space*. Black Rose Books, NY: 15-20.

Jeong JH · Koo KS · Lee CH and Kim CS. 2002. Physio-chemica1 properties of Korean forest soi1s by regions. Journal of Korean Forestry Society. 91(6): 694-700. (in Korean with

English summary)

Kim CS and Oh JG. 1993. Phytosociological Study on the Vegetation of Mt. Mudeung. Journal of Ecology and Environment. 16(1): 93-114. (in Korean with English summary)

Kim DI · Park GS · Kim GN · Kim HS · Lee H-G · Park B-H · Lee S-J and Kang K-N. 2011a. A study of vegetation and soil characteristic of urban forest in Daejeon city. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 14(2): 11-20. (in Korean with English summary)

Kim J · Keum E and Jung C. 2011b. Composition of soil microarthropods and oribatid mite communities relative to the disturbance gradient. Korean Journal of Soil Zoology. 15(1-2): 14-20. (in Korean with English summary)

Kim JH and Choi IH. 2012. The management status and civic consciousness analysis on the urban forests in Chuncheon. Journal of Forest and Environmental Science. 28(1): 46-55. (in Korean with English summary)

Kim KG · Cho DG · Kim NC and Min BM. 2000. A study on the development of techniques for urban forest restoration and management - Focus on restoration of origin vegetation and improvement of biodiversity. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 3(1): 27-37. (in Korean with English summary)

Kim MH · Bang HS · Han MS · Hong HK · Na YE · Kang KK · Lee JT and Lee DB. 2009. Effect of vegetation ypes on the distribution of soil invertebrates. Korean Journal of Environmental Agriculture. 28(2): 125-130. (in Korean with English summary)

Kwon H · Lee,J · Shin C · Choi J and Song H. 2008. Vegetation structures and management plan for Jangtaesan natural recreation forest in Daejeon city. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 11(3): 116-128. (in Korean with English summary)

Kwon HG · Shin WS and Kim JJ. 2004. The comparison of use benefits based on types of urban forest. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 8(2): 37-46. (in Korean with English summary)

Kwon OS · Ra JJ · Cho HJ · Ku JN and Kim JH. 2016. Ecosystem service analysis of urban forest for flood prevention. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 20(1): 69-79. (in Korean with English summary)

Kwon YA and Lee HY. 2001. Spatial distribution of temperature in and around urban parks-A case study of around Changkyeong Palace, Changdeok Palace and Jongmyo in Seoul. Journal of the Korean Geographical Society. 36(2): 126-140. (in Korean with English summary)

Lee DK · Kim EY · Song WK · Park C and Choe H-Y. 2009. Classification of urban forest types and its application methods for forests creation and management. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 12(5): 101-109. (in Korean with English summary)

Lee HY · Oh CH · Kim ES · Son YW and Park KS. 2010. The vegetation and soil char- acteristics of urban forest as geological location in Daejeon, Korea. Korean Journal of Environment and Ecology. 24(5): 566-574. (in Korean with English summary)

Lee KJ · Han BH and Lee SD. 2004. Ecological management plan and biotope structure of Namsan urban natural park in Seoul. Journal

of the Korean Institute of Landscape Architecture. 32(5): 102-118. (in Korean with English summary)

Lee KJ · Jo JC · Lee BS and Lee DS. 1990. The structure of plant community in Kwangnung forest (Ⅰ) - Analysis on the forest community of Soribong area by the classification and ordination techniques-. Journal of Korean Forestry Society. 79(2): 173-186. (in Korean with English summary)

Lee KK and Oh KK. 1995. Actual vegetation and plant community structure of urban forest in Kwangju metropolitan city. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 23(2): 148-156. (in Korean with English summary)

Lee SH. 2011. The comparisons of urban, green roof, and forest scenes by rating psychological indices. Seoul Studies. 13(1): 53-61. (in Korean with English summary)

Lee SH · Lee KS and Kim JC. 2008. Vegetation analysis at Sungkyunkwan university forest. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 11(1): 85-95. (in Korean with English summary)

Lee TB. 2003. Coloured flora of Korea. Colored Flora of Korea. Vol.Ⅰ,Ⅱ. Hyangmunsa, Seoul, I: pp. 914; II: pp. 910.

Loranger-Merciris, G., Imbert, D., Bernhard-Reversat, F., Ponge, J.F. and Lavelle, P. 2007. Soil fauna abundance and diversity in a secondary semi-evergreen forest in Guadeloupe (Lesser Antillers): influence of soil type and dominant tree species. Biology and Fertility of Soils. 44: 269-276.

Miller, R. W. 1997. Urban forestry: Planning and management urban greenspace. 2nd Ed. Prentice Hall.

Mueller-Dombois, D and Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. pp. 547.

Oh KI · Cho HD · An KW · Jang SK · Chung JC and Kim CS. 2001. A study on distribution of soil microarthropods in *Pinus rigida* plantations following strip-cutting. Journal of Korean Forestry Society. 90(3): 257-265. (inKorean with English summary)

Park G · Jeon G · Song H · Kim N and Choi JY. 2006. A Study on soil environment in highway cutting slope and adjacent natural vegetation area. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 9(2): 16-22. (in Korean with English summary)

Park HK and Yun CW. 2009. A study on forest vegetation classification in urban forest of Daejeon metropolitan city. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation. 13(4): 33-41. (in Korean with English summary)

Shin K · Kwon H and Song H. 2011. Vegetation and soil properties of the Young-bong area in Woraksan national park. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 14(1): 43-55. (in Korean with English summary)

Shin WS · Kim JJ · Kim WJ · Yoo RH and Lee BD. 2003. The Influence of urban forests on job satisfaction and stress. Journal of Korean Forestry Society. 92(1): 92-99. (in Korean with English summary)

Song HK · Lee KS · Yee S · Ji YU · Lee MJ and Her SN. 2001. Forest vegetation structure in Daedeok science town. Journal of Ecology and Environment. 24(3): 169-180. (in Korean with English summary)

Song W. 2015. Analysis of bird species diversity response to structural conditions of urban park

-Focused on 26 urban parks in Cheonan city-. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 18(3): 65-77. (in Korean with English summary)

Whittaker RH. 1975. Communities and ecosystems. Macmillan Co., New York, pp.385.

Yee S · Lee D · Lee J and Song H. 2009. Vegetation structures analysis and management plan proposal for Seokseong fortress in Buyeo-Gun. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 12 (4): 23-33. (in Korean with English summary)

Yi YK and Choi SH. 2000. Vegetation structure analysis of urban forest - The case of Namsan in Kyungju -. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 28(3): 13-24. (in Korean with English summary)

http://kma.go.kr

http://nature.go.kr

https://mgeo.kigam.re.kr