

전통 사적공간의 경관관리를 위한 생태환경 분석
-경기도 구리시 동구릉을 중심으로-

이 선* · 진 상 철

한국전통문화학교 전통조경학과

Analysis of the Ecological Environment for the
Landscape Management of the Heritage Site:
-A Case of Dongguneung, Kyunggi Province-

Sun Yee* and Sang-Chul Chin

Dept. of Traditional Landscape Architecture,
The Korean National University of Cultural Heritage, 323-812, Korea

Abstract - This study investigated the ecological environment of Dongguneung, which royal tombs of the Joseon Dynasty are in. The aim of this study is to do an effective preservation, management and restoration of the royal tomb and garden of the Joseon Dynasty distributed in Seoul and Kyunggi Province through using the data of Dongguneung. In general, Dongguneung contains the predominant Oak class such as *Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community, while a flatland surrounding its control office, which is often flooded with the rainy season in summer, is mainly *Alnus japonica* community. *Pinus densiflora* community ranges around the royal tomb. The subcommunity of *Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community is distributed into *Robinia pseudo-acacia*, *Pinus rigida*, *Pinus koraiensis*, *Carpinus laxiflora* and typical subcommunity and so on. In particular, *Robinia pseudo-acacia*, *Pinus rigida* and *Pinus koraiensis* subcommunity, and *Alnus japonica* community were forested. The soil class of Dongguneung was mainly a sandy loam and its pH was an average of 4.67 (from 4.36 to 5.68). The content of heavy metals including Cu, Pb and Zn etc. in the soil was about twice as much as the natural content in the forest soil. The content of organism and total nitrogen in the topsoil layer was the average of 4.87% and 0.21% respectively, slightly higher than those (organism; 4.55%, total nitrogen; 0.20%) of the forest soil generated from granite bedrock. Cation exchange capacity as the indicator of soil fertility was 15.0 cmol kg⁻¹, higher than that in the granite forest soil. However among base exchangeable cations, contents of Ca²⁺ (2.07 cmol kg⁻¹), Mg²⁺ (0.40 cmol kg⁻¹) and K⁺ (0.25 cmol kg⁻¹) were slightly lower than that. The above results could reflect the need of soil fertilization and liming for the improvement of nutritional status and buffer process.

Key words : forest community, *Pinus densiflora*, typical landscape of heritage site

* Corresponding author: Sun Yee, Tel. 041-830-7322,
Fax. 041-830-7329, E-mail: syee@nuch.ac.kr

서론

역사상 우리나라의 왕릉은 통일신라시대에 왕릉 형식의 기본이 이루어지면서 고려, 조선시대로 이어진다. 조선의 왕릉제도는 원칙적으로 고려의 왕릉제도를 계승하였으며, 조선왕릉의 대표적인 예가 태조 건원릉이다. 건원릉의 왕릉제도가 이후 조선 왕릉제도의 기본이 되었다고 할 수 있다. 동구릉은 태종 8년(1408) 9월 태조 이성계의 건원릉 조성부터 경릉(제24대 현종, 비 효현왕후 김씨, 효정왕후 홍씨)까지 9릉 17위의 왕과 왕후릉이 안장되어 있는 귀중한 문화유산으로 주변의 개발과 환경의 오염 등으로 인하여 경관의 훼손 및 자생식물종의 감소와 외래식물의 도입 등으로 날로 훼손되어가고 있는 실정이다. 동구릉은 600년 가까운 세월동안 인문·자연환경이 자연적·인위적으로 변화되어 왔음에도 체계적인 자연생태환경의 조사·연구가 이루어지지 못하여 보존관리 및 복구에 필요한 정보가 부족한 상태이다. 또한 동구릉은 서울의 인근에 위치해 있어 사적(史蹟) 가치 뿐 아니라 서울과 경기도 주민들의 휴식과 역사교육공간으로서의 의미도 크다. 따라서 본 연구는 조선시대 대표적 왕릉인 동구릉의 생태환경을 조사·분석하고 이에 기초하여 조선시대 능원의 효율적인 보존관리 및 복구의 기본자료로 활용하고자 한다.

조사 및 방법

1. 조사지 개황

조선시대의 대표적 왕릉인 동구릉은 경기도 구리시 인창동 62번지에 위치해 있으며, 서쪽으로는 서울시 중랑구와 동쪽으로는 왕숙천이 인접해 있다. 1970년 5월 26일 문화재관리국은 능(陵) 9기(基)와 함께 그 주변지역 1,960,491 m² (594,088평)를 사적 제193호로 지정하였다. 구리시의 전 지역은 선캄브리아기의 변성암복합체로 구성되어 있으며, 동구릉이 위치한 지역에는 편마암류인 호상편마암(弧狀片麻巖)이 주로 분포하고 있다. 왕숙천 주변은 홍수 때의 범람과 하도변천 때 퇴적된 충적층이 널리 분포한다. 호상편마암으로 구성된 동구릉지역은 오랜 풍화작용과 삭박(削剝)작용을 받아 고도 200 m 내외의 완만한 구릉산지를 이루며, 약 5 m 정도의 두꺼운 적갈색 토양층이 형성되어 토산을 이룬다(한국지질자원연구원 1992; 구리시 1996).

동구릉 주변을 통과하는 대표적인 하천은 왕숙천과 한강이다. 왕숙천은 경기도 포천군 신입리에서 발원하여

광주산맥의 서측에 있는 추가령구조곡을 따라 남류하다가 토평동에서 한강으로 흘러드는 하천이다(한국수자원공사 1992). 동구릉의 동쪽에 위치해 흐르는 왕숙천은 9개의 지류와 4개의 세류가 있다. 동구릉의 북쪽으로는 불암천과 갈매천이 용암천을 이루어 왕숙천과 합수하며, 남쪽에는 인창천이 왕숙천으로 유입된다. 왕숙천은 매년 홍수가 잦으며 증가하는 인구와 산업활동에 따른 오염물질 배출로 1990년 이후 생물학적인산소요구량(BOD)이 증가하고 있다.

구리시의 기상자료는 구리시에서 직접 측정된 자료 중 1997년의 자료가 빠짐없이 기록되었다(기상청 2001). 이 자료에 의하면 구리시의 연평균온도는 12.3°C, 연평균강수량은 1,170 mm로 서울의 연평균기온 12.2°C (1971~2000년), 연평균강수량 1344 mm (1971~2000년)과 비교할 때 별 차이가 없음을 나타낸다.

2. 조사방법

1) 식생조사 및 분석

식생조사는 2001년 7월부터 11월까지 예비조사, 본조사, 보완조사를 실시하여 동구릉 전체의 임분 및 식생의 구성을 파악하였다. 15×15 m 크기의 방형구를 위치 및 임상 등을 고려하여 총 112개를 조사하였다. 방형구내의 출현종은 계층별로 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층 등으로 구분하여 기록하고 각 종들의 우점도는 종래 국내에서 사용하는 Braun-Blanquet (1964)의 7단계 구분을 변형한 9단계 구분(Dierssen 1990)을 적용하였다. 입지환경에 필요한 방위, 지형특성, 경사도, 해발고 등을 조사하였으며, 수고 측정은 하그뢰프수고측정기(Model: VertexIII)를 사용하였다.

2) 중요치 분석

동구릉 산림식생의 특징을 보다 정확하게 분석하기 위하여 흉고직경 3 cm 이상의 수목에 대해 매목조사를 하였으며, 매목조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis & McIntosh (1951)의 방법에 따라 중요치(importance value: IV)를 산출하였다.

3) 재적조사 및 산출

총 112조사구 중 34개의 조사구에서는 재적산출을 위하여 흉고직경 6 cm 이상의 수목에 한해 흉고직경과 수고를 측정하였다. 이를 기초로하여 동구릉 전체의 재적현황을 산출하였다.

4) 토양조사 및 분석

토성은 Pipette법, 토양경도(soil hardness tester)는 penetrometer CI-700을 이용하였으며, 통기성은 일본에

서 개발된 현장토양통기성 측정장치(K & M style)를 사용하였다. 동구릉의 대표적인 군락별 7개 지점을 선정하여 표토와 심토로 구분하여 토양시료를 각각 채취하였으며 채취된 시료로 풍건상태에서 건조시킨 후 2mm체로 쳐서 pH(1:5), 유기물, 유효인산, 전질소, CEC, 치환성 K, Ca, Mg, Al를 분석하였다. 유기물은 Tyurin법, 인산은 Lancaster법, Ex-K, Ca, Mg, Al은 1N-암모늄아세테이트(pH 7.0)로 침출하여 ICP로 분석하였다. 동구릉의 중금속함량은 0.1N-HCl 용액 50 ml를 가하여 상온에서 1시간 진탕후 유도결합 플라즈마 원자흡광분광계(ICP)로 납(Pb), 아연(Zn), 구리(Cu), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 수은(As), 헬륨(Hg)을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 식생구조 및 군락분류

동구릉은 전체적으로 참나무류가 우세하며 20~30여 년전에 조림한 조림지가 곳곳에 분포한다. 조림지를 제외하고는 지형과 방위에 따라 수종분포의 차이를 보이고 있다. 사면부에는 졸참나무, 신갈나무, 갈참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 전형적인 음수인 서어나무, 수분조건이 양호하고 저지대에 분포하는 오리나무 등이 생육하고 있다. 그 외 교목류로는 굴참나무, 팔배나무, 밤나무 등과 당단풍나무, 매죽나무, 쪽동백 등이 아교목층을 형성하고 있다. 관목류로는 철쭉꽃, 진달래, 덜꿩나무, 노린재나무, 산초나무 등이 출현한다. 초본류는 청미래덩굴, 대사초, 개고사리, 담쟁이덩굴, 기름새 등이 분포하며 간혹 은방울꽃, 오갈피 등도 출현한다. 하층 벌채작업이 실시되지 않았더라면 현재보다 다양한 관목류들이 높은 피도로 분포하였을 것이다.

동구릉의 식생은 전체적으로 보아 동구릉관리사무소 주변의 평지를 제외하고는 참나무류가 우점하는 졸참나무-신갈나무군락(*Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community)으로 구분할 수 있으며, 관리사무소 주변의 여름 장마에 자주 침수되는 평지에는 오리나무군락(*Alnus japonica* community)이 분포한다. 능 주변을 중심으로 소나무군락(*Pinus densiflora* community)이 분포한다. 졸참나무-신갈나무군락의 하위군락으로는 아까시나무아군락(*Robinia pseudo-acacia* subcommunity), 리기다소나무아군락(*Pinus rigida* subcommunity), 잣나무아군락(*Pinus koraiensis* subcommunity), 전형아군락(typical subcommunity), 서어나무아군락(*Carpinus laxiflora* subcommunity), 상수리나무아군락(*Quercus acuti-*

ssima subcommunity)등이 분포한다. 그 중 아까시나무아군락, 리기다소나무아군락, 잣나무아군락, 오리나무군락 등은 조림식생이다. 동구릉에 조림되었던 리기다소나무, 아까시나무 등은 주로 황폐지복구를 위한 사방사업의 일환으로 시행되었다.

1) 졸참나무-신갈나무군락(*Quercus serrata*-*Quercus mongolica* community)

동구릉의 식생은 전체적으로 졸참나무와 신갈나무가 우점하고 있다. 졸참나무-신갈나무군락의 하위군락인 아까시나무아군락, 리기다소나무아군락 등은 능주변에서 약간 떨어진 숲 속이나 동구릉의 외곽경계지역에 주로 조림되어 있다. 잣나무아군락도 전부 조림한 것으로 능주변에도 자주 조림되어 있는데, 이 수종은 리기다소나무나 아까시나무와 같은 외래 수종이 아니므로 능주변에도 최근까지 조림하고 있는 실정이다.

(1) 아까시나무아군락(*Robinia pseudo-acacia* subcommunity)

아까시나무는 북미 원산으로 1900년대 초에 도입된 1960년대와 1970년대에 황폐지 복구용으로 이용되었다. 주요 조림 수종이었다. 아까시나무는 내한성이 강하고 양지, 음지 등을 가리지 않고 어느 곳에서나 잘 자라며 척박한 토양에서도 양호한 생장을 보인다. 그러나 맹아력이 매우 왕성하여 수종을 갱신하고자 할 때는 많은 어려움이 따른다. 동구릉의 아까시나무아군락은 주로 외곽경계지역을 중심으로 조림되어, 타 군락들과 비교할 때 비교적 해발고가 높고 경사가 다소 급한 곳에 분포하고 있다. 교목층의 평균피도는 89%, 아교목층의 평균피도는 49%, 관목층의 평균피도는 38%, 초본층의 평균피도는 19% 등이었으며, 아까시나무의 맹아력이 왕성하여 관목층의 피도는 타 군락에 비해 높게 나타났다. 교목층에는 아까시나무 이외에도 신갈나무, 졸참나무 등이, 아교목층에는 아까시나무, 졸참나무, 신갈나무 외에 매죽나무가 자주 출현하였다. 관목층에는 철쭉꽃, 매죽나무, 쪽동백 등이 우점하며, 초본층에는 청미래덩굴과 밤나무의 출현이 빈번하였다. 또한 건조한 입지에 나타나는 산겨울도 자주 출현하였다. 최근 벌채된 아까시나무의 그루터기 나이테를 확인한 결과, 조림시기는 약 30여 년전인 1970년대 초반일 것으로 추측된다.

(2) 리기다소나무아군락(*Pinus rigida* subcommunity)

리기다소나무는 북미원산으로 1900년대초에 사방용으로 도입되었다. 리기다소나무의 조림지는 현재 참나무류의 생장이 지속적으로 유지되고 있어 리기다소나무의 생육상태는 불량하다. 교목층의 평균피도는 88%, 아교목층의 평균피도는 45%, 관목층의 평균피도는 27%, 초본

층의 평균피도는 13%이었다. 교목층에는 리기다소나무 외에 졸참나무, 갈참나무 등이 자주 출현하며 아교목층에는 팔배나무, 때죽나무, 쪽동백 등이 나타난다. 관목층에는 철쭉꽃이 타 군락에 비해 출현 빈도가 높게 나타났다. 일부 조사구에서는 참나무류의 침입으로 교목층에서 리기다소나무가 활엽수들과의 경쟁에 밀려 수세가 약화되었으며, 차후 리기다소나무는 참나무류에 의해 도태될 것으로 예상된다.

(3) 잣나무아군락 (*Pinus koraiensis* subcommunity)

잣나무는 우리나라 고유수종으로 일본 및 중국에서도 분포하는 한대(寒帶) 수종이다. 최근에는 잣 생산을 위해 경기도 북부지역에 대량으로 조림하고 있다. 동구릉에서는 옛 문헌에서도 왕릉 주변에 잣나무를 식재하였다는 기록에 근거하여 최근까지도 잣나무를 조림하였다(이조실록 1997; 태종실록 8년 11월 26일). 이 아군락에서는 교목층의 평균피도가 93%, 아교목층의 평균피도가 27%, 관목층의 평균피도가 4%, 초본층의 평균피도는 10%로 교목층의 평균피도는 높지만 관목층과 초본층의 평균피도는 모든 아군락 중 가장 낮은 값을 보이고 있다. 이것은 조림 후 간벌작업이나 무육작업을 하지 않아 상부의 율폐도가 높고, 이에 따라 하층식생이 발달할 수 있는 조건이 조성되지 않은 결과이다.

(4) 전형아군락 (typical subcommunity)

전형아군락은 비교적 해발고가 높은 곳에 분포하며 졸참나무와 신갈나무의 출현빈도와 피도가 가장 높다. 교목층의 평균피도는 94%, 아교목층의 평균피도는 26%, 관목층의 평균피도는 10%, 초본층의 평균피도는 13% 등이다. 교목층에는 졸참나무와 신갈나무 외에 팔배나무가 우점한다. 특히 팔배나무는 교목층 뿐 아니라 아교목층에도 빈도가 매우 높게 출현하고 있다. 관목층에는 덩굴나무가 자주 출현하였다.

(5) 서어나무아군락 (*Carpinus laxiflora* subcommunity)

서어나무는 수피가 회백색이며 수간이 근육처럼 울퉁불퉁하다. 이 수종은 생태적으로 의미있는 수종으로 한반도 중부지역의 극상림을 형성하는 것으로 알려져 있다. 이 아군락은 주로 북사면을 중심으로 토양수분이 비교적 양호한 지역에 군락을 형성하고 있다. 교목층의 평균피도는 94%, 아교목층의 평균피도는 40%, 관목층의 평균피도는 9%, 초본층의 평균피도는 20% 등이다. 교목층은 서어나무 외에 졸참나무와 신갈나무가 우점하며 아교목층과 관목층에는 때죽나무가 자주 출현하고 있다. 초본층에는 청미래덩굴이 간혹 높은 피도로 분포하였다.

(6) 상수리나무아군락 (*Quercus acutissima* subcommunity)

상수리나무아군락은 주로 남사면의 낮은 지역에 분포

한다. 교목층의 평균수고는 18m로 출현군락 중 가장 높은 값을 나타냈다. 교목층의 평균피도는 88%, 아교목층의 평균피도는 30%, 관목층의 평균피도는 21%, 초본층의 평균피도는 26% 등이다. 교목층에는 갈참나무의 출현 빈도가 높고, 타 군락에서 자주 출현하던 신갈나무의 출현빈도가 다소 낮게 나타났다. 관목층에는 때죽나무와 쪽동백이 우점하였다.

2) 소나무군락 (*Pinus densiflora* community)

소나무는 능역 주변에 자주 식재하였던 수종이다(이조실록 1997; 태종실록 9년 1월 18일, 태종실록 10년 1월 3일). 소나무군락은 능역 주변을 중심으로 띠를 형성하며 분포한다. 혜릉 주변처럼 능주변의 원래 식생을 복원하기 위해 조림하기도 하였다. 또한 관리사무소 뒷편에 약 15~20년생의 소나무가 조림되어 있다. 이곳의 소나무는 수간이 통직하지 못하며 수형과 생육이 불량하고 밀도가 높은 상태이다. 그 외 능주변에 군락을 형성하는 소나무는 대부분 대경목이다. 교목층의 평균피도는 91%, 아교목층의 평균피도는 17%, 관목층의 평균피도는 10%, 초본층의 평균피도는 75% 등이다. 소나무군락의 층위구조는 타 군락과 다르게 아교목층의 평균피도가 가장 낮고 초본층의 평균피도가 가장 높다. 이것은 소나무군락을 지속적으로 관리하기 위해 활엽수의 침입을 억제하여 타 수종들이 아교목층을 형성할 수 없게 되었으며, 또한 능에 바로 인접하여 지표에 도달하는 광량이 많아 초본층에 다수의 식물종들이 무성하게 자란 결과로 판단된다.

3) 오리나무군락 (*Alnus japonica* community)

오리나무군락은 관리사무소를 중심으로 개울가주변의 평지에 주로 분포한다. 오리나무는 습한 토양을 선호하며 오리나무군락이 분포하는 대부분의 지역은 여름철 집중호우에 자주 침수되는 지역이다. 이 군락에는 오리나무 외에 단풍나무류인 신나무와 물푸레나무도 같이 출현하며 갈참나무도 매우 높은 피도와 빈도로 출현한다. 교목층의 평균피도는 84%, 아교목층의 평균피도는 57%, 관목층의 평균피도는 13%, 초본층의 평균피도는 62% 등이며 초본층의 평균피도는 높은 편이다. 초본층에는 담쟁이덩굴이 높은 피도로 자주 출현하였다.

동구릉의 층위별 식생구조와 식물군락을 파악하는데는 몇 가지의 문제점이 있다. 우선 관목층을 이루는 대부분의 관목류와 교목류들의 어린 치수(樾樹)들도 숲가꾸기사업으로 제거되어 현재의 식물군락을 구분하는데 어려움이 있으며, 어린 치수들이 제거됨으로써 앞으로의 식생천이과정(植生遷移過程)을 분석할 때 지장이

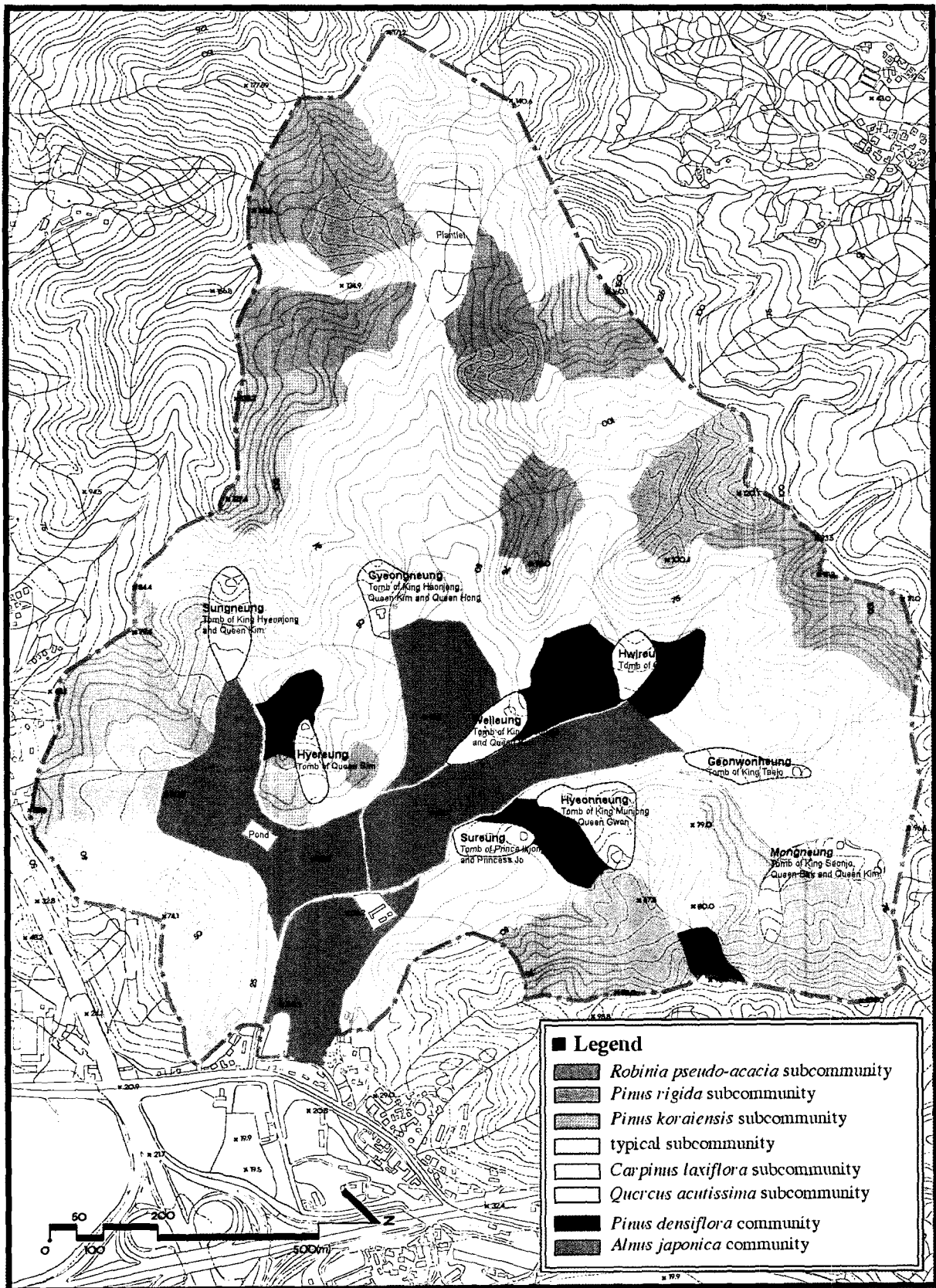


Fig. 1. Actual vegetation map of Dongguneung.

있을 수 있다. 현재 상태에서의 층위구조는 인위적 간섭에 의한 것으로 특히 관목층의 피도는 매우 낮다. 또한 동구릉내의 산림지역 중간 중간에 예전에 식재한 조림지가 있고 그 조림임분내에 시간이 경과하면서 참나무류가 주종을 이룬 자연식생들이 침입하여 정확한 군락구분이 쉽지 않다. 예전에 조림된 리기다소나무와 같은 수종들은 현재 참나무류의 침입으로 경쟁상태에 놓여 있거나 잣나무처럼 생육상태가 불량한 곳도 있다. 물오리나무는 간혹 출현하였으나, 그 수가 매우 적어 군락을 형성하지는 않았다.

2. 동구릉 식생의 중요치분석

동구릉 산림내의 흉고직경 3 cm 이상의 수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과, 중요치가 가장 높은 종은 졸참나무로 35.07, 그 다음으로 팔배나무 25.74, 신갈나무 25.08, 갈참나무 18.61, 아까시나무 15.85, 소나무 15.76, 쪽동백 15.11, 서어나무 14.24 등의 순으로 나타났다. 교목층에는 주로 졸참나무, 신갈나무, 갈참나무, 상수리나무 등이 우점하며, 팔배나무와 쪽동백 등은 주로 아교목층을 형성하고 있다. 그 외 리기다소나무, 잣나무 등은 일부 지역에 조림되어 있어 중요치가 비교적 낮게 조사되었다. 한편 능주변을 중심으로 조사한 이 등(1988)의 결과에 의하면 갈참나무가 다른 참나무류에 비하여 중요치(IV)가 가장 높다고 보고하였으나, 동구릉 전체의 산림에는 갈참나무보다 졸참나무와 신갈나무의 중요치가 높게 조사되었다. 이것은 이 등(1988)이 갈참나무가 우점하는 능주변과 평지만을 조사지역으로 지정한 결과로 판단된다.

3. 동구릉 임목축적

동구릉의 임목축적량은 평균 $174 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ 로 우리나라의 전체 평균에 비해 높다. 그 이유는 동구릉이 사적으로 지정되어 목재 생산을 위주로 한 산림보다 간벌이나 기타 무목작업이 활발히 실시되지 않았으며, 능역 주변의 소나무림은 소면적이지만 오랫동안 보존되어 전체 임목축적량이 다소 높게 산출되었을 것으로 판단된다.

4. 토양

경기도 구리에 자리잡고 있는 동구릉은 서울 인근지역에 있는 산림 즉 북한산, 수락산, 불암산 등과 같이 등산객들에 의한 산림파괴 현상이 덜한 편이다. 그러나 구리시가 주거밀집지역으로 되어 개발이 본격화되면서 부터 인구집중 및 교통체증이 지속적으로 일어나고 있다.

따라서 동구릉은 인간의 접촉보다는 대기오염 등의 영향에 의한 산림토양의 파괴가 서서히 나타나고 있는 것으로 사료된다.

1) 토양물리성

토양의 물리적 특성을 파악하기 위해 동구릉의 7개 지점을 조사한 결과, 토성은 사양토가 주를 이루고 있어 모래함량이 매우 풍부하나 점토함량은 20% 이하로 보수력과 보비력이 낮은 토양으로 나타났다. 토양경도는 표토(0.9 kg cm^{-2})가 심토(1.4 kg cm^{-2})보다 양호하였으며 등산객의 집중으로 답압에 의해 영향을 받은 서울지역 산림과 비교해 볼 때 양호한 것으로 나타났다. 이는 동구릉의 산림지역이 탐방객에 의해 크게 훼손되지는 않은 결과로 판단된다. 또한 통기성은 표토($900 \text{ ml } 10 \text{ sec}^{-1}$)가 심토($260 \text{ ml } 10 \text{ sec}^{-1}$)보다 높게 나타났으며 이는 투수성, 공극, 토양공기 등이 표토가 심토보다 양호한 것으로 임지내 유기물 등 낙엽층에 의해 토양이 잘 보전되어 집중강우에 의한 토양침식을 방지해주고 있는 것으로 사료된다(Table 1).

Table 1. Physical properties of soil in sampling sites

Sampling sites	Soil layer	Sand Loam Clay			Soil texture	Soil hardness (kg cm^{-2})	Soil aeration ($\text{ml } 10 \text{ sec}^{-1}$)
		%					
Average	top soil	64.2	20.5	14.9	SL	0.9	900
	sub soil	60.9	21.2	17.9	SL	1.4	260

2) 토양화학성

동구릉의 토양화학성 중 토양산도(pH)는 표토가 평균 pH 4.87, 심토가 평균 pH 4.46으로 화강암모재의 산림토양 평균 pH가 5.5인 것과 비교하면 산성화가 점차 심화되고 있음을 알 수 있다(Table 2). 서울지역에 있는 산림과 비교하면 남산 pH 4.40, 인왕산 pH 4.09, 북악산 pH 4.27, 수락산 pH 4.53으로 다소 양호한 편이었다. 이는 서울의 중심부에 위치한 남산이 토양산성화가 가장 심각하고 점차 시외곽으로 갈수록 토양산성화가 둔화되는 경향을 나타냈다. 이러한 현상은 토양산성화를 유발하는 질소산화물이나 유황산화물과 같은 대기오염물질의 유입량이 높고, 점토함량이 낮아 치환성 염기의 흡착능력이 낮으며, 점토나 유기물에 흡착된 치환성염기가 대기오염물질의 유입에 의해 용탈되었기 때문으로 사료된다.

유기물과 전질소의 함량은 표토층인 경우 4.87%, 0.21%, 심토층인 경우 2.29%, 0.15%로서 화강암 모재 산림 토양의 표토층 유기물 및 전질소의 평균치 4.55%, 0.20%보다는 다소 높게 나타나고 있으나 이는 조사지역이

Table 2. Chemical properties of soil in sampling sites

Sampling sites*	Soil layer**	pH	Organic matter (%)	TN (%)	Available P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Na	Al	TBC (cmol kg ⁻¹)	BS (%)
I	A	4.57	4.12	0.26	34.72	12.53	0.38	0.57	0.20	0.42	2.93	1.57	12.5
	B	4.44	2.09	0.22	25.09	9.09	0.22	0.02	0.20	0.39	2.98	0.83	9.1
II	A	4.74	5.73	0.20	27.50	17.04	0.37	1.88	0.34	0.45	3.16	3.04	17.8
	B	4.44	0.87	0.09	27.84	7.95	0.30	0.19	0.10	0.43	3.85	1.02	12.8
III	A	4.61	5.29	0.18	28.87	15.8	0.19	1.08	0.34	0.45	2.91	2.06	13.0
	B	4.51	2.84	0.08	26.47	11.43	0.17	0.23	0.06	0.34	2.87	0.80	7.0
IV	A	4.69	5.15	0.16	27.50	14.86	0.09	0.24	0.10	0.47	2.33	0.90	6.1
	B	4.39	2.62	0.15	26.81	8.57	0.09	0.02	0.06	0.37	2.65	0.54	6.3
V	A	5.68	2.85	0.27	29.56	10.6	0.17	3.81	1.01	0.36	2.03	5.35	50.5
	B	4.68	1.25	0.18	22.00	7.84	0.10	0.17	0.05	0.32	2.88	0.64	8.2
VI	A	5.32	5.32	0.25	27.15	16.3	0.38	4.56	0.58	0.38	3.31	5.90	36.2
	B	4.43	2.57	0.23	25.09	10.8	0.13	0.58	0.17	0.38	3.63	1.26	11.7
VII	A	4.51	5.66	0.15	35.75	17.6	0.12	2.32	0.22	0.43	4.09	3.09	17.6
	B	4.36	3.76	0.12	26.12	9.92	0.12	1.54	0.02	0.42	4.14	2.10	21.2
Average	A	4.87	4.87	0.21	30.15	15.0	0.25	2.07	0.40	0.42	2.97	5.63	37.5
	B	4.46	2.29	0.15	25.63	9.37	0.16	0.39	0.09	0.38	3.29	1.03	11.0

* I: *Pinus koraiensis* subcommunity, II: *Robinia pseudo-acacia* subcommunity, III: typical subcommunity, IV: *Carpinus laxiflora* subcommunity, V: *Pinus densiflora* community, VI: *Alnus japonica* community, VII: *Pinus rigida* subcommunity.

** A: topsoil, B: subsoil

서울 외곽지역에 위치해서 사람들에 의한 인위적인 교란이 적었고, 토양완충능력이 어느 정도 작용된 것으로 판단된다. 또한 서울지역에 위치한 산림과 비교해 볼 때 인왕산 6.32%, 0.38%, 복악산 4.81%, 0.22%, 불암산 3.47%, 0.17%, 수락산 5.40%, 0.26%으로 비슷한 경향을 나타냈다. 그러나 심토인 경우에는 유기물 및 전질소의 함량이 표토에 비해 낮게 나타났다. 토양 보비력의 지표인 CEC(양이온치환용량), 치환성 K, Ca, Mg는 표토층인 경우 15.0 cmol kg⁻¹, 0.25 cmol kg⁻¹, 2.07 cmol kg⁻¹, 0.40 cmol kg⁻¹로 화강암 모재 산림토양의 표토층 평균치인 CEC 13.2 cmol kg⁻¹, Ca 2.64 cmol kg⁻¹, Mg 1.52 cmol kg⁻¹에 비해 CEC는 높으나 치환성 양이온은 다소 낮아 임지비배관리나 토양개량이 시급한 것으로 나타났다. 이러한 현상은 모래성분이 많은 토양으로서 토양배수가 활발하고 점토 등의 함량이 낮아 치환성 염기의 흡착능력이 낮고 유기물과 점토 등에 흡착된 치환성염기가 대기 오염물질의 유입에 의해 용탈되었기 때문으로 사료된다. 염기총량과 염기포화도도 타 지역에 비해 매우 낮아 이 지역의 산림완충능력이 매우 낮을 것으로 예상되며, 구리시가 교통량증가와 주거밀집지역으로 변화함에 따라 토양산성화가 계속 심화될 것으로 사료된다. 따라서 토양산성화에 의한 토양완충능력향상을 위해서는 석회질비료(소석회, 석회고토 등)의 전층시비를 매년 지속적

으로 실시하여 토양의 완충능력 배양에 힘을 기울여야 할 것이다.

또한 서울지역에 있는 산림의 표토층과 비교하면 불암산(CEC 7.68 cmol kg⁻¹, Ex-Ca 1.96 cmol kg⁻¹, Ex-Mg 0.62 cmol kg⁻¹), 복악산(CEC 10.40 cmol kg⁻¹, Ex-Ca 1.67 cmol kg⁻¹, Ex-Mg 0.26 cmol kg⁻¹), 인왕산(CEC 13.2 cmol kg⁻¹, Ex-Ca 1.23 cmol kg⁻¹, Ex-Mg 0.19 cmol kg⁻¹), 수락산(CEC 8.68 cmol kg⁻¹, Ex-Ca 1.75 cmol kg⁻¹, Ex-Mg 0.41 cmol kg⁻¹)으로 비슷한 경향을 나타냈다(서울특별시 1998).

3) 토양중금속

표토층의 구리는 산림토양내 자연함유량 1.85 mg kg⁻¹에 비해 약 2배 정도 높으며, 남의 경우 산림토양 납함량은 3.722 mg kg⁻¹에 비해 2배나 높게 나타났다(환경부, 1999). 표토와 심토를 비교한 결과, 아연의 경우 표토가 6.38 mg kg⁻¹에 비해 심토가 3.08 mg kg⁻¹로 2배 이상 높아 표토층이 심토층에 비해 오염이 심각함을 나타냈다. 또한 서울지역 도시산림과 비교해 볼 때 표토층 아연함량은 인왕산 8.84 mg kg⁻¹, 복악산 4.17 mg kg⁻¹, 수락산 3.98 mg kg⁻¹로 인왕산보다는 낮으나 인근에 있는 수락산보다는 높게 나타나 오염의 정도가 심각함을 알 수 있다(김춘식 등 1999). 이러한 현상은 구리시의 대단위 택지개발에 따른 인구밀도가 높아짐에 따라 차

량 등에 의한 대기오염이 증가하여 일어나고 있는 현상으로 파악된다.

5. 전통 사적공간의 효율적인 관리대책

동구릉은 史蹟으로 지정되어 있기 때문에 이 지역의 숲은 가능한 한 인위적인 간섭을 피하고 자연상태 그대로 보전하여, 다양하고 안정된 생태계를 유지하는 것이 가장 중요한 점이라 할 수 있다. 숲은 다양한 식생이 분포할 뿐 아니라 그것을 먹이로 하는 많은 동물들이 서식한다. 식물의 다양성은 곤, 동물 다양성과 직결되며 생태계내의 구성원이 다양할 수록 외부 교란에도 유연하게 반응하여 신속한 회복이 가능하다(Hofmeister & Nottbohm 1995). 현재 동구릉지역에는 대부분의 지역이 숲 가꾸기 사업의 일환으로 임내(林內)에 생육하는 교목(喬木)의 치수(樞樹)와 다수의 관목류(灌木類)들이 제거되었다. 따라서 자연림에서 볼 수 있는 다양한 층위 구조를 가지는 다층림(多層林)은 찾아보기 어렵다. 이것은 현재 봄과 가을철에 발생하기 쉬운 산불예방과 산불 발생시 진화작업이 용이하도록 하기 위함이다. 그러나 이것은 장기적인 관점으로 볼 때, 많은 문제점이 예상된다. 현재 숲을 형성하고 있는 층은 대부분 교목층으로 단층림(單層林)을 형성하고 있다. 숲이 지속적으로 유지되어 가기 위해서는 모수(母樹)에서 종자가 떨어져 다음 세대를 이어가는 천연갱신(天然更新)이나 인공적인 조림(造林)방법에 의존해야 한다. 특히 사적으로 지정된 동구릉내의 숲은 가능한 한 인위적인 간섭을 배제하고 자연에 맡기는 것이 필요하다.

1960년대와 1970년대에 시행되었던 리기다소나무, 아까시나무, 잣나무 등을 위주로 한 동구릉내의 조림사업은 적수선정(適樹選定), 수종간의 경쟁 등을 고려치 않은 조림사업이었다. 실지 야외 조사결과, 그 당시에 조림된 수종들은 대부분 경쟁에 밀려 자연도태 되었거나 외래 수종이라 사적내에는 적합한 수종이라 할 수 없다. 또한 동일 수종으로 조림된 단순림(單純林)이나 동령림(同齡林)은 산불 발생시 연소의 연속성이 높아 산불에 대한 위험성이 높다. 결국 그 당시의 조림사업은 경제적 측면이나 생태적 측면으로도 긍정적인 효과보다는 부정적인 효과가 더욱 크다 할 수 있다. 한편, 능의 주변에는 소나무림을 중심으로 지속적인 관리가 필요할 것이다. 예전부터 조선시대의 능역공간에는 소나무, 잣나무, 젓나무 등을 주로 식재하였다. 그러나 현재에는 활엽수와의 경쟁에서 도태되어 소나무는 능의 후면부나 좌우에 소면적의 帶狀으로만 분포한다. 따라서 최소한 능의 후면을 중심으로한 주변은 현재의 소나무림을 유지하면서

점차 확대해 나가서 예전의 경관을 복원하는 것이 시급할 것으로 판단된다. 능주변의 소나무림은 사적지내의 숲이란 점을 감안하여 임목의 별채나 식재를 가급적 제한하고 현 임상의 골격을 유지하며 무육과 소면적조림을 통하여 소나무림 유지, 임분구조 개선, 소나무림 확대를 기본방침으로 한 무육 및 관리작업이 적절할 것으로 판단된다.

본 조사지역인 동구릉은 서울근교에 위치하여 인구증가 및 서울의 대기오염의 영향을 절대적으로 받고있는 곳으로 교통량 증가에 따른 환경오염의 원인물질인 질소산화물과 황산화물의 배출량이 증가하고 있다. 따라서 산성강하물, 가스상의 대기오염물질로 인한 토양의 피해 현상이 우려된다. 이러한 오염물질의 피해를 억제하고 건전한 임지보전능력을 갖기 위해서는 석회질비료의 시업관리가 시급한 실정이며 비료의 효과를 얻기 위해서는 방사상 시비법 등으로 전층시비가 필요하다고 사료된다. 또한 토양의 침식과 유실을 방지하기 위한 지피식생 등의 관리로 토양의 물리성을 보전함으로써 임지가 갖는 공익적 기능을 극대화 시킬 수 있을 뿐만 아니라 산림의 생산적인 면도 건전해질 것으로 사료된다. 대기오염에 의한 토양 중금속함량도 점차 증가하고 있어 현 시점에서 토양의 완충능력을 유지하기 위해서는 중금속해독방법을 찾아야 할 것이다.

적 요

전통 사적공간의 효율적인 관리와 보존방안을 위하여 경기도 구리시에 위치한 조선 왕릉의 대표적인 능인 동구릉을 조사하였다. 조사된 식생을 군락으로 구분해보면 졸참나무-신갈나무군락(*Quercus serrata-Quercus mongolica* community), 오리나무군락(*Alnus japonica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community)으로 구분할 수 있다. 졸참나무-신갈나무군락의 하위군락으로는 아까시나무아군락(*Robinia pseudo-acacia* subcommunity), 리기다소나무아군락(*Pinus rigida* subcommunity), 잣나무아군락(*Pinus koraiensis* subcommunity), 전형아군락(typical subcommunity), 서어나무아군락(*Carpinus laxiflora* subcommunity), 상수리나무아군락(*Quercus acutissima* subcommunity)등이 분포한다. 그 중 아까시나무아군락, 리기다소나무아군락, 잣나무아군락, 오리나무군락 등은 조림식생이다. 토양분석 결과 동구릉의 토양은 사양토가 대부분이며 토양 평균 pH는 4.67(4.36~5.68)이다. 토양속의 구리, 납, 아연 등과 같은 중금속은 산림토양내 자연함유량에 비해 약 2배 가량 높게 나

타났다. 유기물과 전질소의 함량은 표토층인 경우 4.87%, 0.21%, 심토층인 경우 2.29%, 0.15%로서 화강암 모재 산림토양의 표토층 유기물 및 전질소의 평균치 보다 다소 높게 나타났다. 토양 보비력의 지표인 CEC(양이온치 환용량), 치환성 K, Ca, Mg는 표토층인 경우 15.0 cmol kg⁻¹, 0.25 cmol kg⁻¹, 2.07 cmol kg⁻¹, 0.40 cmol kg⁻¹로 화강암 모재 산림토양의 표토층 평균치인 CEC 13.2 cmol kg⁻¹, Ca 2.64 cmol kg⁻¹, Mg 1.52 cmol kg⁻¹에 비해 CEC는 높으나 치환성 양이온은 다소 낮아 임지비배관리나 토양개량이 시급한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 구리시. 1996. 구리시지.
- 기상청. 2001. 자동기상관측연보(구리시).
- 김춘식, 유정환, 변재경, 정진현, 이봉수. 1999. 서울시 산림토양내 중금속 분포. 한국임학회지 88(1): 111-116.
- 서울특별시. 1998. 서울시 산림생태계조사 연구보고서.
- 이경재, 오구균, 전용준. 1988. 왕릉의 식생경관 구조 및 관리 대책에 관한 연구(I), 한국조경학회지 16(1):13-26.
- 이조실록. 1997. CD-ROM 국역 조선왕조실록 제1집. 서울시 스템(주) 한국학데이터 베이스연구소.
- 한국수자원공사. 1992. 전국하천조사서.
- 한국지질자원연구원. 1981. 한국지질도-특검도폭(1:50,000).
- 환경부. 1999. 환경통계연감.
- 환경부. 2001. 측정망자료(수질오염도자료, 대기오염도자료).
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. 3 Auflage. Springer-Verlag. Wien. New York.
- Curtis JT and RP McIntosh. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecol. 32:476-496.
- Dierssen K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin.
- Ellenberg H. 1956. Grundlge der Vegetationsgliederung (Band IV), I Teil: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Hofmeister H and G Nottbohm. 1995. Ökologie der Wälder. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Tüxen R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung Angew. Pflanzensoziol. 13:5-42.

(Received 24 October 2002, accepted 18 November 2002)

